PAX

EUROPEAN INSTITUTE OF PEACE

من النفايات إلى الحلول

تقييم أثر النزاع المسلّح على قطاع النفايات الصلبة في اليمن

المساهمون

إلياس خرما، ماري شيلينز، لورا جيريس، جوب سيجرز، هشام العميسي، سعاد الصلاحي، ألبرت مارتينيز، ويم زوينبرج

تم إعداد هذا التقرير بالتعاون بين باكس والمعهد الأوروبي للسلام. وهو جزء من مشروع المسارات البيئية للمصالحة في اليمن الذي ينفذه المعهد الأوروبي للسلام بدعم من وزارة الخارجية الألمانية كجزء من ركيزة السلام لمقاومة المخاطر بقيادة أديلفي.

يمكن إعادة إنتاج هذا المنشور كليا أو جزئيا، وأي شكل من الأشكال لأغراض تعليمية أو غير ربحية دون إذن خاص من مالك حقوق الطبع والنشر، شريطة الإقرار بالمصدر. لا يجوز استخدام هذا المنشور لإعادة بيعه أو لأي غرض تجاري آخر أيا كان دون الحصول على إذن كتابي مسبق من المعهد الأوروبي للسلام والسلام.

نشر في سبتمبر/أيلول 2025
© المعهد الأوروبي للسلام، © باكس
الترجمة: عبدالسالم دلال ونسمة منصور علي
الصور: نزيه محمد (المعهد الأوروبي للسلام)
التصميم: كلوديا زيمرمان

جدول المحتويات

الملخّص اتلنفيذي 1

المقدمة 7

المنهجية 10

1 حجم أزمة النفايات الصلبة في اليمن 12

1.1 **من المصدر إلى المكب: توصيف الإطار القانوني والمؤسساتي لإدارة النفايات في اليمن** 13
السياسات والتشريعات وإدارة النفايات 13
آليّات وعمليات إدارة النفايات الصلبة 15

1.2 **تدهور أنظمة إدارة النفايات في اليمن بعد بداية حرب 2014** 17
الوضع قبل الأزمة 17
أزمة النفايات الحالية 19
انتشار النفايات الصلبة 21

2 الآثار البيئية والمجتمعية لأزمة النفايات في اليمن 24

2.1 **تلوث الهواء** 25
دراسة الحالة 1: انبعاثات الميثان من مكب النفايات في الأزرقين 25

2.2 **تلوث المياه والأودية وخزانات المياه الجوفية** 27
دراسة الحالة 2: تلوث المياه في مجرى الوادي في ذمار 28
دراسة الحالة 3: تلوّث المياه في مجرى الوادي في عبس 30
دراسة الحالة 4: إلقاء النفايات في مجرى سد صينة (تعز) ووادي حضرموت 32

2.3 **تدهور الأراضي والتنوع البيولوجي والنظم البيئية المحمية** 34
دراسة الحالة 5: التخلص من النفايات في محمية الحسوة الطبيعية (عدن) 34
دراسة الحالة 6: حدائق الصالح (تعز)، التحوّل من حديقة إلى مكب نفايات 36

2.4 **التلوث كمصدر للخلاف** 38

3 فرص المصالحة والإغاثة من خلال دمج إدارة النفايات مع بناء السلام 41

المدخل الأول: تعزيز التعاون والتماسك الاجتماعي 42
المدخل الثاني: تحسين الحوكمة وتعزيز الثقة من خلال التعاون التقني 43
المدخل الثالث: تعزيز سبل العيش وإتاحة الفرص الاقتصادية 43

4 الخاتمة والتوصيات 44

معالجة الثغرات السياسية والقانونية والمؤسساتية 45
التخفيف من الآثار البيئية لأزمة النفايات 46
دعم بناء القدرة على الصمود ومنع التّوترات الناجمة عن التلوث 46

الملحق 47

الملحق 1: نطاق التقييم ومنهجيته 48
الملحق 2: قائمة السّياسات التي تنظّم إدارة النفايات الصلبة في اليمن 49

الملخّص التنفيذي

صورة: أطفال ومواشي في مكب النفايات الدباب في حدائق الصالح، تعز.
© نزيه محمد، المعهد الأوروبي للسلام

الملخّص التنفيذي

شهد اليمن تدهورًا بيئيًا كبيرًا منذ بداية الحرب الحالية في عام 2014 سواء من خلال الآثار المباشرة للنّزاع المسلّح أو بشكل غير مباشر من خلال تدهور الحوكمة البيئية. كان قطاع الخدمات البيئية الأساسية، مثل إمدادات المياه ومعالجة مياه الصرف الصحي، يعاني بالفعل من نقصٍ مزمن في التمويل ويواجه تحديات كبيرة قبل اندلاع الحرب. إلا أن تصاعد حدة الصراع منذ عام 2014 أدّى إلى تفاقم هذه الأوضاع بشكل حاد، حيث تآكلت قدرة المؤسسات العامة على الإشراف على استخدام الموارد الطبيعية، وصيانة البنية التحتية الأساسية، وحماية النظم البيئية الحيوية، وسنّ التشريعات ذات الصلة وإنفاذها، فضلاً عن الاستمرار في توفير الخدمات الأساسية لسكان اليمن. أدى هذا التفكك المؤسساتي إلى جانب العواقب الإنسانية المباشرة والتدهور الفعلي للحوكمة إلى أزمة تلوث كبيرة في جميع أنحاء البلاد، و تُشكل النفايات الصلبة أحد أبعادها الرئيسية التي تؤثر بشدة على صحة الناس وسبل عيشهم وعلى النظم البيئية اليمنية. يعتمد هذا التقرير على توظيف أدوات متعددة، تشمل الاستشعار عن بُعد، ومقابلات مع خبراء، ومراجعة الأدبيات ذات الصلة، لتحليل حجم أزمة النفايات في اليمن وآثارها، بوصفها أحد أبرز التداعيات البيئية للصراع المسلح. كما يتناول التقرير سبل معالجتها باعتبارها عنصرًا داعمًا لجهود صنع السلام، ومنع نشوب الصراعات، وتعزيز الاستقرار.

يكشف التقرير عن تآكل نظام إدارة النفايات في اليمن على مستوى البلاد، من خلال توثيق الانتشار الواسع لظاهرة الرمي غير المشروع للنفايات، والتوسع العشوائي للنفايات الصلبة، والنقص الحاد في مرافق جمعها والتخلص منها ومعالجتها. وقد ساهمت هذه العوامل في تلوث شديد للأراضي والمسطحات المائية والهواء، مما شكل مخاطر كبيرة على الصحة العامة وقيد الوصول إلى الموارد الزراعية والمائية الآمنة وقوض سبل العيش، لا سيما للفئات الضعيفة التي تعتمد على توافر هذه الموارد وجودتها. وبدورها، تؤدي هذه التداعيات إلى تآكل الثقة في المؤسسات المحلية والوطنية، مما يؤثر على التماسك الاجتماعي والاستقرار في العديد من المناطق في جميع أنحاء البلاد، كما هو واضح من المظاهرات المتكررة والصراعات المحلية المتعلقة بالقضايا البيئية. وهذا يضيف طبقة إضافية من التعقيد إلى حالات الطوارئ الإنسانية والاجتماعية والاقتصادية العديدة التي تؤثر على اليمن في خضم الحرب.

أحد النتائج المهمّة لهذا التحليل هو أن **تراكم النفايات الصلبة قد توسع بشكل كبير منذ اندلاع الحرب.** وحسب التقديرات في نوفمبر 2024، فإن مساحة إجمالية قدرها 15.6 كيلومتر مربع مغطاة بالنفايات الصلبة في 473 موقعًا للمكبات، مقارنة بـ 6.3 كيلومتر مربع في 213 موقعًا في عام 2014. ونظرًا لنقص البنية التحتية للمعالجة، ظهر 260 موقعًا جديدًا للمكبات، معظمها في محافظتي الحديدة وحضرموت، مع بعض المناطق التي أظهرت زيادة بأكثر من عشرة أضعاف في المساحة السطحيّة المغطاة بالنفايات الصلبة منذ عام 2014. حضرموت هي المحافظة التي تم اكتشاف أكبر عدد من النفايات الصلبة فيها، حيث تضم 159 موقعًا للمكبات في عام 2024، والتي تغطي مساحة تزيد عن 4.19 كيلومتر مربع. في المقابل، تم اكتشاف موقع جديد واحد فقط في محافظات سقطرى وإب وصنعاء وحجة، ولم يتم اكتشاف أي مواقع جديدة للمكبات في المحويت وريمة، مما يشير إلى اختلافات ملحوظة بين المحافظات.

زادت المساحة الإجمالية المقدرة التي تغطيها النفايات بشكل كبير خلال سنوات الحرب

في عام 2014 — **6.3 كيلومتر مربع² مغطاة بـ 213 مكب نفايات**

في نوفمبر 2024 — **15.6 كيلومتر مربع² مغطاة بـ 473 مكب نفايات**

آثار الصراع على حوكمة النفايات الصلبة

في حين أن اليمن لديها سياسات وقوانين متعددة لإدارة النفايات الصلبة، إلا أن معظمها يعود إلى ما قبل الحرب ولم يتم تحديثها منذ ذلك الحين. وقد أدى ذلك إلى ثغرات في المحتوى التشريعي، حيث لا تزال بعض جوانب إدارة النفايات الصلبة، مثل فرز ومعالجة نفايات الرعاية الصحية، غير مُنظّمة إلى حد كبير. علاوة على ذلك، أدى الصراع إلى انخفاض كبير في القدرات الماليّة والتقنيّة للسلطات العامة والمؤسسات البلدية، مما أدى إلى تعطيل تنفيذ السّياسات والاستراتيجيات. وقد أعاق هذا توفير خدمات إدارة النفايات الأساسية، مثل الجمع والفرز والمعالجة، مما أدى إلى الإلقاء العشوائي للنفايات وطمرها وحرقها وهو أمر شائع. تشمل تحدّيات الحوكمة الرئيسيّة ما يلي:

النمو الديموغرافي المتسارع وما يترتب عليه من إنتاج للنفايات

ارتفع عدد سكان اليمن من 24.5 مليون نسمة عام 2012 إلى ما يُقدر بـ 34 مليون نسمة عام 2025، مما يُسهم في زيادة الإنتاج السنوي للنفايات. وقد فرض هذا ضغطًا على قدرة السلطات على إدارة النفايات بشكل مناسب، لا سيما في ظل انخفاض الاستثمار في الخدمات الأساسية نتيجةً للصراع المسلح.

غياب بيانات مُحدّثة عن النفايات

حتى تاريخ نشر هذا التقرير، لا توجد قاعدة بيانات مُوحّدة حول توليد النفايات وانتشارها أو عدد مرافق التخلص والمعالجة وإعادة التدوير المُسجّلة. ويؤدي هذا إلى الحاجة إلى استخدام تقديرات قد تكون غير دقيقة لفهم المدى الفعلي لاحتياجات توليد النفايات وإدارتها، مما يُعيق بدوره وضع سياسات جديدة وتنفيذ برامج مُستهدفة وطويلة الأجل.

ضعف القدرات المؤسساتية

أدى نقص التمويل الكبير – الذي تفاقم بسبب تحديات إصدار الفواتير للمستهلكين وتحصيل الضرائب – إلى العديد من أوجه القصور في قطاع إدارة النفايات الصلبة في اليمن. وتشمل أوجه القصور هذه خفض المدفوعات ونقص الموظفين وعدم توفر المعدات بشكل كافٍ أو توقفها عن العمل وعدم التّحكم في الوصول إلى مكبات النفايات؛ وصعوبة تحديد مواقع مكبات النفايات وتخصيصها وعدم القدرة على فرز النفايات وفرزها وإعادة استخدامها ونقص التخطيط والأعمال التحضيرية والصّيانة وعدم مراعاة الملاءمة الهيدروجيولوجية أو الطبوغرافية لمكبات النفايات بشكل كافٍ.

الآثار البيئية لسوء إدارة النفايات الصلبة

إن الآثار البيئية لأزمة النفايات الصلبة في اليمن كبيرة. فالنفايات الصلبة غير المعالجة تُلوّث الهواء وتُستنزف موارد المياه الشحيحة وتُلوث الأراضي الزراعية والمناطق الطبيعية المحمية. تشمل الآثار الرئيسيّة ما يلي:

الهواء

يُؤدي حرق النفايات الصلبة دون رقابة، وأحيانًا بالقرب من المناطق المأهولة بالسكان، إلى تلوث جوي كبير وانبعاثات غاز الميثان، مما يُسهم في ظاهرة الاحتباس الحراري ويُشكل مخاطر صحية جسيمة على السكان. ويُعدّ **← مكب نفايات الأزرقين في صنعاء** مثالًا صارخًا على المخاطر الناجمة عن حرق النفايات الصلبة غير المشروع.

المياه

تُعرّض عصارة النفايات المنبعثة من مواقع المكبات الواقعة بالقرب من مجاري المياه الموسمية أو خزانات المياه الجوفية أو مسارات الفيضانات الموارد المائية لخطر التسرّب، كما تنطوي على مخاطر انجراف النفايات والمياه الملوّثة إلى المناطق الواقعة في مجرى التصريف خلال الفيضانات. كما يتضح من دراسة حالتين في ← **ذمار وعبس** . كما يُفاقم إلقاء النفايات غير المشروع في المجاري المائيّة بسبب عدم كفاية خدمات التخلص من النفايات وجمعها – كما هو الحال في ← **وادي حضرموت وسد صينة في تعز** – من تلوث المياه.

الأرض

أدى التخلّص العشوائي من النفايات والجمع غير الكافي لها، إلى جانب الحصار المفروض بسبب النزاع وصعوبات الوصول، إلى تراكم نفايات غير مُفرَزة في مواقع غير مناسبة، بما في ذلك بالقرب من المناطق السكنية وحتى داخل مواقع محمية للتنوّع البيولوجي. وتُمثّل حالتا ← **محميّة الحُسوة الطبيعية** و ← **حدائق الصالح في تعز** مثالًا صارخًا على الكيفية التي يُهدِّد بها سوء إدارة قطاع النفايات الصلبة سلامة النظم البيئية البرّية في اليمن.

الآثار الاجتماعية والأمنيّة لأزمة النفايات الصلبة

لقد خلّفت المخاطر البيئية الواسعة النطاق الناجمة عن قطاع النفايات الصلبة في اليمن عواقب وخيمة على جميع جوانب الأمن الإنساني في البلاد، وساهمت في تأجيج التوترات، مما يقوّض السلام والأمن الدائمين. وتتمثل أبعاد التأثير الرئيسية الثلاثة في:

الصحة

يؤدي تراكم النفايات غير المعالجة إلى تمركز البكتيريا والنّاقلات الحاملة للأمراض، مما يؤدي إلى تفشي متكرر للكوليرا وانتشار متزايد للملاريا. كما أن تسرب السوائل من مكبات النفايات إلى الأراضي الزراعية والمياه المستخدمة للأغراض المنزلية وحرق النفايات المتكرر – أحيانًا في مكبات قريبة من المنازل – يُشكل مخاطر صحية إضافية على اليمنيين، محملا خطر الإصابة بالأمراض المنقولة بالمياه وأمراض الجهاز التنفسي وأمراض القلب والأوعية الدموية. وتُعد حالتا ← **الأزرقين** و ← **حدائق الصالح** مثالين بارزين على المخاطر الكبيرة التي يشكّلها سوء الإدارة المزمن لقطاع النفايات الصلبة على الصحة العامة.

سبل العيش

في سياق اقتصاد يعتمد بشكل أساسي على الزراعة وسبل العيش الأخرى القائمة على الطبيعة، يُشكل تدهور النظم البيئية تهديدًا وجوديًا للعديد من اليمنيين الذين يُكافحون من أجل تأمين دخل يعتمد على توافر وجودة الأراضي والمياه. لقد أدى تعدي مكبات النفايات على الأراضي الزراعية إلى تقويض سبل عيش الفئات الضّعيفة التي تعتمد على النظم البيئية السليمة، كما ورد في حالتي ← **محمية الحسوة** و ← **حدائق الصالح** .

السلام والأمن

تزداد احتمالات التنافس واندلاع النزاعات عندما يتعرّض الأمن البشري للتقويض. فقد أظهرت مشاورات أجراها المعهد الأوروبي للسلام مع أكثر من 3,600 يمني أنّ تلوّث الأراضي والهواء والمياه يُعدّ من أبرز العوامل البيئية المُحفِّزة للتوترات. ويتجلّى ذلك في عدد كبير من الشهادات التي تلقاها المعهد حول توترات محلية مرتبطة بالنفايات الصلبة، ومن بينها حالة ← **سد صينة** . كما أن محدودية قدرة الجهات العامة على الاستجابة الفاعلة لمثل هذه المظالم تُسهم في تقويض الثقة بالمؤسسات، وتؤدي إلى تصاعد السخط الشعبي، وهو ما يتضح من التظاهرات المتكررة في المدن اليمنية احتجاجًا على ضعف توفير الخدمات.

فرص السلام والتعافي

تدعو نتائج هذا التقييم إلى اتباع نهج متكامل لمنع النزاعات وحلّها في اليمن، حيث يستجيب هذا النهج لمخاطر النزاع الناجمة عن التدهور البيئي وثغرات الحوكمة البيئية، بما في ذلك التأثير الشديد للنزاع على إدارة النفايات الصلبة. يحدد هذا التقييم ثلاث مداخل لاستغلال إمكانات تحسين إدارة النفايات الصلبة في دعم القدرة المحلية على الصمود في وجه المخاطر البيئية ومخاطر النزاع:

المدخل الأول: تعزيز التعاون والتماسك الاجتماعي

يُمكن أن يُحقق التنسيق المُعزّز بين الجهات الفاعلة في إدارة النفايات الصلبة فوائد مشتركة من خلال تحسين خدمات إدارة النفايات الصلبة، مع تعزيز العلاقات بين هذه الجهات من خلال اتّخاذ القرارات أو التنفيذ المشترك. ويمكن تعزيز التعاون، على سبيل المثال في تحديد الاحتياجات أو تبادل البيانات أو مبادرات إعادة التدوير، بين السلطات ومع السكان على نطاق أوسع على حد سواء، مما يُتيح فرصًا قيّمة للمشاركة الفعّالة لمختلف الفئات. ومن خلال إشراك المجتمعات المحلية في صنع القرار وتنفيذه بشأن إدارة النفايات الصلبة، يُمكن للسلطات حشد الدعم الشعبي كركيزة أساسيّة للسلام الدائم.

المدخل الثاني: تحسين الحوكمة وتعزيز الثقة من خلال التعاون التقني

تُتيح المجالات التقنيّة، مثل إدارة النفايات الصلبة، فرصًا للسلطات المحلية والوطنية لتعزيز دورها وشرعيّتها في الحوكمة، مما يُحسّن تقديم الخدمات ويدعم ثقة الناس بالمؤسسات. وفي الوقت نفسه، يُمكن أن تُتيح فرصًا للحوار والتعلم وتبادل المعرفة بين المؤسسات والمحافظات لتعزيز قدرات وكالات إدارة النفايات الصلبة ذات الصّلة، مع الإسهام في زيادة التماسك والثّقة بين مختلف المؤسسات أو الأطراف.

المدخل الثالث: تعزيز سبل العيش وإتاحة الفرص الاقتصادية

يمكن للاستثمارات والشراكات الرامية إلى تحسين البنية التحتية لإدارة النفايات الصلبة أن توفر فرصًا اقتصادية محليّة من خلال خلق فرص العمل وتنويع مصادر الدخل، مع توفير إيرادات للبلديّات والشركات. وبهذه الطريقة، يمكن للاستثمارات في البنية التحتية لإدارة النفايات وتحسين حوكمتها أن تلعب دورًا في تعزيز الاقتصاد المحلي كركيزة أساسيّة للصمود والاستقرار، لا سيما إذا اقترنت بهياكل أو حلول مجتمعيّة.

التوصيات

بناءً على المداخل المذكورة أعلاه، تم اقتراح التوصيات التالية لتوفير الدليل اللازم لصنّاع السياسات المحليّين والوطنيّين والجهات المانحة وكذلك المنظمات الدولية ومتعددة الأطراف الساعية إلى دعم السلام والاستقرار في اليمن.

معالجة الثغرات السياساتية والقانونية والمؤسساتية

يوصي التقرير صُنّاع السياسات في اليمن بإجراء مراجعة منهجية وتحديث الإطار التشريعي لإدارة النفايات الصلبة، بما في ذلك الاستراتيجية الوطنية لإدارة النفايات الصلبة، وتعزيز القدرات المؤسسية لصناديق النظافة والتحسين، وتوحيد جمع بيانات النفايات ورصدها على المستوى المركزي، بما يُسهم في تحسين إدارة النفايات والصحة البيئية.

التخفيف من الآثار البيئية لأزمة النفايات

توصي المنظمات الإنسانية والتنمويّة العاملة في اليمن بدعم البحوث الموسّعة حول الأبعاد الأخرى للتلوّث والتدهور البيئي في سياق النزاع؛ وتعزيز مبادرات إعادة التدوير والتسميد لتجنب إلقاء النفايات؛ وإنشاء أنظمة لجمع النفايات الخطرة والتخلص منها؛ وتوسيع مشاريع تحويل النفايات إلى طاقة.

دعم تعزيز المرونة ومنع التوترات

يوصي التقرير بأن تعمل السلطات المحلية والجهات المعنية بإدارة النفايات الصلبة على تعزيز المقاربات التي يقودها المجتمع في إدارة النفايات، إلى جانب الانخراط في الحوار وتبادل الخبرات بين الأقران، بما يسهم في تحسين التنسيق داخل قطاع إدارة النفايات الصلبة.

صورة: شاحنة تُفرغ نفايات صلبة في مكب نفايات بمدينة مأرب. © نازه محمد، المعهد الأوروبي للسلام

المقدمة

لدى اليمن تاريخ طويل من التحديات والأزمات السياسية المعقدة، التي تطورت مع الوقت إلى نزاع مسلح واسع النطاق. ويشمل هذا النزاع عدة أطراف، من بينها الحكومة اليمنية المعترف بها دوليًا، وجماعة الحوثيين (المعروفة باسم أنصار الله)، إلى جانب عدد من الجماعات المسلحة، مثل تنظيم القاعدة في شبه الجزيرة العربية، بالإضافة إلى أطراف إقليمية ودولية ارتبطت بمواقف أو تحالفات مع بعض أطراف النزاع. وقد أدت الحرب الحالية، التي اندلعت عام 2014 مع استيلاء الحوثيين على العاصمة صنعاء، إلى نزوح 4.8 مليون شخص، واحتياج أكثر من 19 مليون شخص إلى مساعدات إنسانيّة.[1] وتشير التقديرات مؤخرًا إلى أن أكثر من 80٪ من السكان يعانون من فقر متعدّد الأبعاد.[2]

شاحنات تفرغ النفايات الصلبة في مكب نفايات في مأرب.
© نزيه محمد، المعهد الأوروبي للسلام

كانت آثار النزاع المسلّح كبيرة على عدة مستويات، بما في ذلك على المستوى البيئي. فقد أدت عشر سنوات من الحرب المدمّرة إلى تدهور شديد في معظم النظم البيئية والموارد الطبيعية والخدمات الأساسية المرتبطة بها في اليمن. فإلى جانب التدمير البيئي المباشر الناجم عن الحرب، تجاوز النزاع قدرات المؤسسات والمنظمات القائمة على استيعاب ومعالجة ومنع المزيد من الآثار البيئية. كانت البنية التحتية والمؤسسات المسؤولة عن توفير الخدمات الأساسية والحدّ من المخاطر البيئية تعاني من اختلالات وهيكلية وضعف في القدرات حتى قبل اندلاع الحرب. وقد أدى النزاع المطوّل لاحقًا إلى تعميق هذه الإشكالات، وأسهم في تفكك هياكل الحوكمة في اليمن. هنالك عدد لا يحصى من التحديات السياسية والأمنية والاقتصادية والتي تعيق الحوكمة الفعّالة، حتى في المناطق الأقل تأثراً بالنزاع المسلّح المباشر، بما في ذلك نقص التمويل المزمن في التمويل واستنزاف مصادر الإيرادات العامة والانخفاض الحاد في قيمة الريال اليمني والفساد والتشرذم السياسي والتسييس.[3] وقد أدى ذلك إلى ترك القضايا البيئية دون معالجة فعليّة لسنوات عديدة، في الوقت الذي تركزت فيه معظم الجهود الوطنية والدولية لحل النزاع والاستجابة للأزمة الإنسانية الحادة.

لا يمكن فهم تدمير وتدهور البيئة في اليمن بمعزل عن النزاع. الموارد الطبيعية هي مصدر دخل أساسي لغالبيّة سكان اليمن، حيث يعتمد حوالي 70٪ منهم بشكل مباشر أو غير مباشر على الزراعة.[4] وفي مواجهة الخدمات الأساسية المحدودة وانخفاض الوصول إلى الموارد الطبيعية وجودتها، إلى جانب المخاطر البيئية الأكثر تكرارًا مثل الجفاف والفيضانات، برزت العوامل البيئية نفسها كمحرّك محتمل للنّزاع على المستويين المحلي والوطني. في دراسة استقصائيّة أجراها المعهد الأوروبي للسلام مع أكثر من 3600 شخص في ثلاث عشرة محافظة في 2024-2023، أفاد أكثر من النصف بوجود توتّرات أو صراعات تتعلق بالعوامل البيئية في منطقتهم.[5] إن الاستجابة لهذه المخاطر البيئية والمناخيّة كجزء من جهود حل النزاعات هي أمر ضروري لمعالجة الأسباب الجذريّة للنّزاع انعدام الاستقرار ومن أجل تمكين السلام المستدام.

على رغم أن تلوث الأراضي والمياه والهواء غالبًا ما يُهمَّش في النقاشات المتعلقة بالسلام والأمن، فإنه يشكّل قضية محورية تُسهم في تقويض سبل العيش وتهديد البيئات الصحية في اليمن. فقد جرى توثيق المخاطر الواسعة التي يتعرّض لها كلٌّ من البيئة وصحة الإنسان نتيجة أساليب التخلص غير الملائمة من النفايات وغياب معالجتها. وتشير دراسات علمية متعددة إلى وجود علاقة وثيقة بين تراكم النفايات وتفشي الأمراض المعدية، فضلًا عن انتشار نواقل الأمراض مثل البعوض.[6] وفي اليمن، تجلّت هذه المخاطر في موجات متكررة من تفشي الكوليرا وانتشار الملاريا، إلى جانب مخاطر صحية أخرى تؤثر بشكل بالغ على السكان.[7] وإضافةً إلى ذلك، تُلحِق النفايات الصلبة غير المعالجة وعصارة النفايات أضرارًا بيئية جسيمة بسلامة التربة، بما في ذلك الأراضي المستخدمة للأغراض الزراعية، وبالموارد المائية والنظم البيئية المرتبطة بها،[8] فضلًا عن تأثيرها السلبي على جودة الهواء، مما يُسهم في تفاقم الأزمة الكوكبية الثلاثية.[9]

عندما تظل هذه المخاطر دون معالجة، فإنها يمكن أن تؤدي إلى تآكل الثّقة في المؤسسات العامة وإضعاف التماسك الاجتماعي وتفاقم التوترات، لا سيما على المستوى المحلي. وقد حددت مشاورات صنع السلام البيئي التي قادها المعهد، **أن كل من تلوث الأرض والمياه والهواء هو أحد المخاوف البيئية الرئيسيّة التي تساهم في تفاقم التوترات.**[10] يكشف مسح للنّزاعات البيئية في تسع محافظات في ديسمبر/كانون الأوّل 2023 عن اتجاه مماثل، حيث تمثّل النزاعات أو التوترات التي تم الإبلاغ عنها المتعلقة بالنفايات ما يقرب من ثلث جميع الحالات التي تم الإبلاغ عنها، لا سيما في محافظات مثل تعز، حيث تتعلّق أكثر من 40٪ من الحالات (13 من أصل 30) بالنفايات.[11] وتسلّط هذه الأرقام الضوء على أهمية فهم نطاق أزمة النفايات في اليمن، ليس فقط من منظور بيئي وصحي، ولكن أيضًا من منظور صنع السلام.

يشمل التلوث في اليمن أنواعًا مختلفة من النفايات الصلبة ومياه الصرف الصحي، بما في ذلك الألغام الأرضيّة والذخائر غير المنفجرة، إلى جانب التلوث واسع النطاق الناجم عن استخراج النفط والغاز أو تسريبهما. سيتناول هذا التقرير قطاع النفايات الصلبة تحديدًا،[12] والذي عانى بشدة جراء النزاع. أدّت الحرب في اليمن إلى تدمير واسع النطاق للبنية التحتية القائمة للنفايات الصلبة، حيث تم تقدير الأضرار في 16 مدينة يمنية رئيسيّة بما يتراوح بين 6.45 مليون و7.89 مليون دولار أمريكي.[13] وكما يوضح هذا التقييم، فقد قوّض النزاع أيضًا قدرة المؤسسات العامة على رصد وإدارة إنتاج النفايات ومعالجتها، مما ترك فجوة كبيرة في حوكمة النفايات. إن تفكك قطاع النفايات الصلبة في اليمن له آثار بعيدة المدى على جودة التربة والمياه والهواء، مما يفاقم الأزمة الإنسانية القائمة ويقوض سبل العيش ويهدّد الثّقة في المؤسسات العامة ويساهم في التوترات المحلية. ولمواجهة هذه التحديات المتعددة الأبعاد، يمكن لنهج متكامل قائم على المشاركة الشاملة والحوكمة التعاونيّة والإصلاح البيئي أن يُسهم في الحدّ من التوترات المحلية وبناء الثّقة بين المجتمعات والسلطات.

إن إدارة النفايات، إذا ما تم تطبيقها بشكل تعاوني وشامل، لا تُحسّن الظروف البيئية فحسب، بل **تُعزز أيضًا التماسك الاجتماعي والثّقة بالمؤسسات والقدرة على الصمود.** إن توفير الخدمات الأساسية بشكل موثوق، مثل إدارة النفايات الصلبة، يُتيح فرصةً لتعزيز الشرعيّة المؤسساتية، في حين أن المشاركة الهادفة والشاملة للمجتمعات المحلية في عمليات صنع القرار حول إدارة النفايات يمكن أن يوّفر للمجتمعات المحلية مصلحةً مشتركةً في تحسين ظروف معيشتها. ومن خلال التصدي المشترك لأزمة النفايات الصلبة، يُمكن جمع المجتمعات والجهات الفاعلة السياسية للعمل على هدف مشترك، وتعزيز التعاون الذي يتجاوز الفجوات الاجتماعية والديموغرافية أو الجغرافيّة. وإلى جانب توفير بيئات أنظف وأكثر أمانًا للمجتمعات، فإن تحسين إدارة النفايات الصلبة ينطوي أيضًا على فرص اقتصادية من خلال العمل في خدمات جمع النفايات وإعادة تدويرها ومعالجتها.

يسعى هذا التقرير إلى تعزيز فهم هذه الفرص ومخاطر اتباع نهج "اترك الأمور تمشي كما هي" على تحقيق السلام والمصالحة، والذي يتجاهل دور الحوكمة البيئية في حل النزاعات في اليمن والتعافي بعد انتهاء النزاع. كما يبحث التقرير في حجم وآثار أزمة النفايات في اليمن كأحد أبرز الآثار البيئية للنّزاع، ويتناول سبل معالجتها كعامل مُساهم في صنع السلام ومنع اندلاع النزاعات وتحقيق الاستقرار. يستخدم التقرير تقنيّات الاستشعار عن بُعد ومقابلات الخبراء وبيانات مفتوحة المصدر متنوعة، ليقدم تحليلاً لانتشار النفايات الصلبة وعواقبها في سياق النزاع، ويستكشف فرص الاستفادة من تعزيز حوكمة النفايات كأداة لتحقيق السلام والأمن.

يتألف التقرير من خمسة فصول. يُقدم **← الفصل الأوّل** وصفًا لقطاع النفايات الصلبة في اليمن، بما في ذلك السّياسات والمؤسسات والجّهات الفاعلة ذات الصّلة في إدارة النفايات الصلبة، ويقارن وضعه قبل وبعد تصاعد النزاع، مُحددًا الانتشار الحالي للنفايات في جميع أنحاء اليمن بناءً على تحليل صور الأقمار الصناعية. أما **← الفصل الثّاني** ، فيستخدم الاستشعار عن بُعد والتحليل النوعي لتحليل آثار النفايات الصلبة على بيئة اليمن والصحة العامة وسبل العيش، بالإضافة إلى السلام والاستقرار من خلال دراسات الحالات التي تم اختيارها. يستكشف **← الفصل الثالث** سبل تعزيز إدارة النفايات في اليمن بطريقة تُسهم في حل النزاعات ومنعها. وأخيرًا، ينتهي التقرير بمجموعة من **← التوصيات** المُصمّمة خصّيصًا حول كيفية دمج دور النفايات الصلبة في النزاع اليمني وفي الجهود المحلية والوطنية والدولية الهادفة إلى دعم السلام والاستقرار في اليمن.

المنهجية

حاوية نفايات فائضة في مدينة المخا، على ساحل محافظة تعز.
© نزيه محمد، المعهد الاوربي للسلام

يعتمد هذا البحث على مصادر متعددة البيانات والأساليب لتحليل وضع النفايات الصلبة في اليمن بطريقة متكاملة، باتّباع التوجيهات المنهجيّة التي وضعها برنامج الأمم المتحدة للبيئة والاتحاد الأوروبي ومؤسّسة أديلفي.[14] ويشمل ذلك مراجعة شاملة للأدبيات لفهم المعرفة المتاحة والبناء عليها وتحليلًا جغرافيًا مكانيًا للبيانات المفتوحة المصدر المتاحة حول وضع النفايات في اليمن، وبيانات نوعيّة أوليّة جُمعت من خلال مقابلات مع مصادر معلومات رئيسية. أتاح التحقق المتقاطع بين هذه الأنواع الثلاثة من مصادر المعلومات تقليص الفجوات المعرفية، والتحقق من صحة المعطيات، ووضع الملاحظات في سياقها، وتفسير النتائج الكمية من خلال السرد التحليلي.

مراجعة الأدبيّات

تشمل المراجع المستخدمة في هذه المراجعة تحليلات أوليّة للأطر التشريعيّة والبيانات الصّادرة عن الجهات العامة، بالإضافة إلى العديد من مصادر البيانات الثانويّة، والتي تشمل بشكل رئيسي تقارير الأدبيّات غير الرسمية الصادرة عن المنظمات الدولية وغير الحكومية، بالإضافة إلى مراجعة لقنوات التواصل الاجتماعي ذات الصلة.

التقييم الجغرافي المكاني

تم إجراء تحليل جغرافي مكاني لصور الأقمار الصناعية لتقييم آثار أزمة النفايات على مستوى المشهد العام في اليمن. يقدم **الجدول أ 1** ← في الملحق تفاصيل إضافيّة حول مصادر البيانات الجغرافيّة المكانيّة والمنهجيّات التي تم استخدامها في هذا التقييم.

مقابلات مع مصادر معلومات رئيسيّين

تم استكمال مراجعة الأدبيّات والتحليل الجغرافي المكاني بمقابلات مع مصادر معلومات رئيسيين مع خبراء وممثلي السلطات المحلية المعنيين بإدارة النفايات في اليمن للتحقّق من بياناتنا وتأهيلها.

حجم أزمة النفايات الصلبة في اليمن

وعلى الرغم من الجهود المبذولة لتنظيم إدارة النفايات الصلبة، فإن الثغرات الكبيرة في التشريعات اليمنية وتنفيذها، فضلا عن الافتقار إلى الخبرة والتنسيق المؤسساتي، ما يتيح انتشارًا واسعًا للنفايات غير المعالجة، الأمر الذي يساهم في ضعف حالة إدارة النفايات في اليمن. وكان للنزاع عواقب على المستوى المؤسساتي، بما في ذلك إجهاد القدرات البشرية وتقليص الموارد المالية، الأمر الذي أدى إلى تفاقم التحديات التي يواجها قطاع إدارة النّفيات الصلبة. يقدّم هذا القسم نظرة عامّة وصفيّة وتحليليّة لحالة إدارة النفايات في اليمن قبل وبعد تصاعد وتيرة الحرب.

وبقايا مبنى مدمّر في محافظة المهرة.
© نزيه محمد، المعهد الاوربي للسلام

1.1 من المصدر إلى المكب: توصيف الإطار القانوني والمؤسساتي لإدارة النفايات في اليمن

السياسات والتشريعات وإدارة النفايات

يوجد في اليمن العديد من القوانين واللوائح التي تحدد الأدوار والمسؤوليات المؤسساتية فيما يتعلق بإدارة النفايات الصلبة، بما في ذلك الجمع والمعالجة. يقدم الملحق رقم 2 لمحة عامة مفصلة عن اللوائح المعمول بها. تتضمن المستندات القانونية الأكثر صلة:

القانون رقم 26 لسنة 1995

ينظم القانون رقم 26 لسنة 1995 التعامل مع النفايات ونقلها والتخلص منها، ويُحدد الجرائم الخاضعة للمسؤولية المدنية والجنائية.

القانون رقم 20 لسنة 1999

يُنشئ القانون رقم 20 لسنة 1999 صندوق النظافة والتحسين كجهة رئيسية مُكلَّفة بتحصيل وإدارة الإيرادات اللازمة لتقديم خدمات إدارة النفايات الصلبة على مستوى البلديات.

القانون رقم 39 لسنة 1999

يُحدِد القانون رقم 39 لسنة 1999، والمُسمَّى بقانون النظافة العامة، المسؤوليات في إدارة النفايات المحلية، ويُحدِد العقوبات على مختلف أنواع المخالفات.

القانون رقم 9 لسنة 2005

يُرسِخ القانون رقم 9 لسنة 2005 تصديق اليمن على اتفاقية روتردام بشأن إجراء الموافقة المُسبقة المستنيرة على بعض المواد الكيميائية والمبيدات الخطرة المتداولة في التجارة الدولية.

المرسوم الرئاسي رقم 262 لعام 2006

نُقِلَت مسؤولية الإشراف على إدارة النفايات الصلبة على المستوى الوطني من وزارة الأشغال العامة والإسكان إلى وزارة الإدارة المحلية بموجب المرسوم الرئاسي رقم 262 لسنة 2006.

في حين أن إطار السياسات الحالي يغطي جوانب أساسية من إدارة النفايات الصلبة، مثل تعريفات طرق التعامل والتخلص المسموح بها من النفايات، والجرائم والعقوبات ذات الصلة، بالإضافة إلى المسؤوليات المؤسساتية للتطبيق، إلا أن هناك ثغرات قانونية وتنفيذية لا تزال تعيق فعالية القوانين الحالية. ومن الجدير بالذكر أن تنظيم تخزين النفايات الخطرة ونفايات الرعاية الصحية ومعالجتها والتخلص منها يعاني من قصور، وهي فجوة بالغة الأهمية تم الاعتراف بها في العديد من الوثائق الاستراتيجية. على سبيل المثال، تتضمن استراتيجية إدارة النفايات الصلبة لعام 2009 قسمًا يتعلق بالمشاكل التي تواجه إدارة النفايات الصلبة في المدن اليمنية، والذي يشير إلى التحديات المتعلقة باختلاط النفايات الطبية وغيرها من النفايات الخطرة بالنفايات المنزليّة.[15] وقد سمح هذا باختلاط النفايات الطبية وغيرها من النفايات الخطرة بالنفايات المنزليّة دون معالجتها، مما يشكل مخاطر كبيرة على صحة وحياة ليس فقط الأفراد العاملين في قطاع إدارة النفايات في البلاد، ولكن أيضًا على نطاق أوسع من السكان الذين قد يتعرضون لهذه الأنواع من النفايات، كما ستوضح الأقسام التالية.

علاوة على ذلك، دخلت معظم التشريعات حيّز التنفيذ قبل اندلاع الحرب عام 2014 ولم يتم تحديثها منذ ذلك الحين، مما يشير إلى الحاجة إلى مراجعة تأخذ في الاعتبار التغيرات في السياق الديموغرافي والاقتصادي والإنساني والبيئي لليمن. على سبيل المثال، لم يتم تحديث الرسوم التي تم تحصيلها لتمويل تقديم الخدمات من قِبل صناديق النظافة والتحسين منذ عام 2021،[16] وبالتالي لا تعكس بشكل كافٍ الانخفاض الحاد في قيمة الريال اليمني،[17] ولا زيادة تكاليف مؤسسات إدارة النفايات الصلبة منذ ذلك الحين.[18]

فيما يتعلق بالتنفيذ، تُشرك إدارة النفايات الصلبة في اليمن أصحاب المصلحة على جميع المستويات، من المحلية إلى الوطنية والدولية. فعلى المستوى الوطني، تُشرف وزارة الإدارة المحلية على إدارة النفايات، وهي المسؤولة عن وضع السّياسات والإشراف على السلطات المحلية المعنية بإدارة النفايات. فضمن وزارة الإدارة المحلية، يُكلَّف قسم إدارة النفايات بصياغة قوانين إدارة النفايات الصلبة وتنفيذ الاستراتيجية الوطنية للنفايات والإشراف على هيئات إدارة النفايات المحلية وتنسيق دعم المانحين وتوفير التدريب. وتتولى وزارة الصحة العامة والسكان مسؤولية نفايات الرعاية الصحية ووضع سياسات التعامل معها ومعالجتها والتخلص منها،[19] بينما تُكلَّف وزارة الأشغال العامة والإسكان بجمع نفايات البناء والهدم والتخلص منها. بالإضافة إلى ذلك، تُراقب هيئة حماية البيئة الامتثال للوائح والمعايير البيئية المتعلقة بإدارة النفايات ومكافحة التلوث.[20]

على المستوى المحلي، يتم الإشراف على إدارة النفايات الصلبة من قبل السلطات المحلية، مثل المحافظين ورؤساء البلديات، وهم المسؤولون الرئيسيّون عن وضع خطط إدارة النفايات البلدية الصلبة. يتم تقدم خدمات جمع النفايات في الغالب من خلال صناديق النظافة والتحسين. تُكلّف هذه الa سلطات بإنشاء إدارات متخصصة تُعنى بإدارة النفايات من مرحلة الجمع إلى مرحلة التخلص منها، وتلعب دورًا محوريًّا في تمويل وتنفيذ إدارة النفايات البلدية الصلبة.[21]

أيضاً للقطاع الخاص دور مهم، على سبيل المثال، في توفير البنية التحتية لإعادة التدوير. فاعتبارًا من عام 2015، تم تسجيل أكثر من ٥٠ منشأة لإعادة التدوير في اليمن، على الرغم من أن عملياتها اعتمدت في الغالب على شبكات غير رسمية تضم سماسرة وجامعي نفايات يستعيدون المواد من النفايات البلدية والصناعية. ويوظِّف القطاع غير الرسمي في الغالب المجتمعات المهمشة، ولا سيما المهمَّشين، وهي أقلية تعاني من التهميش الطبقي. ورغم وجود محاولات لإقامة شراكات بين القطاعين العام والخاص لجمع النفايات، إلا أن هذه المبادرات عانت من ضعف القدرات وسوء التخطيط.[22]

تدعم العديد من المنظمات الدولية جهود إدارة النفايات التي تقودها هذه الجهات الفاعلة المحلية والوطنية. موّل البنك الدولي دراسات ومشاريع تجريبيّة منذ التسعينيات، مع التركيز على استثمارات البنية التحتية لإدارة النفايات الصلبة، ومؤخرًا من خلال مشروع الطوارئ للخدمات الحضرية المتكاملة في اليمن الذي نفذه مكتب الأمم المتحدة لخدمات المشاريع، والذي يستهدف استعادة إدارة النفايات الصلبة في مدن يمنية مختارة من خلال خدمات الجمع والنقل إلى مواقع مكبات النفايات والضمانات البيئية لمكبات النفايات ومحطات الوزن وتوفير صناديق جمع النفايات.[23] عملت الوكالة الألمانية للتعاون الدولي على إنشاء شبكات إقليميّة للإدارة المتكاملة للنفايات وصياغة استراتيجيات وطنية وبناء القدرات على المستويات المحلية وإجراء عمليات تنظيف النفايات.[24] ركّز برنامج الأمم المتحدة الإنمائي على الاستدامة البيئية وبناء القدرات المحلية من خلال مبادرات مختلفة، بما في ذلك تعزيز مشاريع التّسميد وجمع النفايات.[25] ومع ذلك، فقد توقف بعض هذه البرامج منذ اندلاع الحرب.

أخيرًا، بينما تُقدّم الجهات الفاعلة الإنسانية الدّعمَ الرئيسي لخدمات المياه والصرف الصحي والنظافة، إلا أنها تلعب أيضًا دورًا داعمًا في إدارة النفايات الصلبة. تُنسّق مجموعة المياه والصرف الصحي والنظافة عمليات التنظيف الطارئة ودعم جمع النفايات الروتينية، على الرغم من عدم وجود تفويض مباشر لها لإدارة النفايات. تلعب منظّمة الأمم المتحدة للطفولة (اليونيسف) واللجنة الدولية للصليب الأحمر دورًا حاسمًا في تنسيق تدخّلات المياه والصرف الصحي والنظافة وتوفير الوقود والأدوات للسلطات المحلية لإدارة النفايات. كما تدعم جهود الصيانة والجمع في مختلف المدن، وتساعد السلطات المحلية في إزالة النفايات. في عام 2024، تم تخصيص حوالي 92.7 مليون دولار أمريكي لأنشطة المياه والصرف الصحي والنظافة في اليمن، وهو ما يُلبّي نصف الاحتياجات المُقدّرة فقط.[26]

تراكم النفايات على طول طريق في محافظة تعز. © نزيه محمد، المعهد الاوروبي للسلام

آليّات وعمليات إدارة النفايات الصلبة

تتولى الإدارات المحلية بشكل رئيسي جمع النفايات والتخلص منها، وذلك من خلال مراكز صناديق النظافة والتحسين. ويتولى المكتب الرئيسي لصندوق النظافة والتحسين تحصيل الرسوم المخصصة لصناديق النظافة والتحسين المحلية، والتي تشرف على جمع النفايات في كل محافظة. وبشكل عام، يدير كل صندوق محلي برنامج نظافة بتمويل من المكتب الرئيسي، وهو مسؤول عن توظيف الموظفين وشراء المعدات. وفي المدن الكبرى، مثل المكلا، غالبًا ما تُجمع النفايات مباشرة من المنازل. أما في المناطق الأقل خدمة، فيحضر السكان نفاياتهم إلى حاوية مخصصة، حيث يجمعها موظفو صندوق النظافة والتحسين وينقلونها إلى مكبات نفايات أكبر. وتنطبق العملية نفسها أيضًا على مصادر أخرى لإنتاج النفايات خارج نطاق المنزل، مثل المصانع أو المرافق الصحية. ويوجد مكب نفايات مركزي واحد على الأقل في كل محافظة تديره صناديق النظافة والتحسين المحلية المسؤولة عنه. ومع ذلك، عندما لا تتوفر مواقع جمع النفايات الرئيسية على نطاق كافٍ، فإن هذا غالبًا ما يؤدي إلى التخلص من النفايات في مواقع عشوائية أو في الشوارع علنًا، خارج المواقع المتوقعة.[27]

تختلف قدرات وتجهيزات صناديق النظافة والتحسين المحلية. على سبيل المثال، يعمل حاليًا في صندوق النظافة والتحسين في محافظة حضرموت حوالي 2300 موظف، يعمل نصفهم تقريبًا في عاصمتها المكلا، مع تركيز أقل على المدن الصغيرة أو المناطق الريفية.[28] بالمقارنة، يعمل في صندوق النظافة والتحسين في عدن ضعف عدد الموظفين تقريبًا، حيث يبلغ العدد 4200 موظف.[29] علاوة على ذلك، بينما يعمل صندوق النظافة والتحسين في حضرموت بشكل أساسي بدون أي معدات إلكترونية أو خرائط، في عدن، يتم رسم الطرق المؤدية إلى مكبات النفايات الرسمية بطريقة أكثر منهجية، كما تم تزويدهم بأسطول سيارات محلي مزوّد بنظام تتبع GPS وتسجيل رقمي للمعلومات الرئيسية مثل عدد وتواريخ الرحلات أو حمولة النفايات.[30]

تُدفن معظم النفايات التي يتم جمعها، بما في ذلك النفايات الطبية والكيميائية، في مكبات النفايات، حيث تبقى دون فرز أو معالجة. وتُعد إعادة التدوير ضئيلةً نظرًا لقلة الاستثمار من جانب القطاع الخاص، على الرغم من حرص السلطات على تحفيز إعادة تدوير البلاستيك، كما هو الحال في مأرب على سبيل المثال.[31] وفي الحالات التي يتم فيها إعادة تدوير النفايات، يكون ذلك غالبًا من خلال جامعي النفايات الذين يجمعون البلاستيك أو النفايات الأخرى القابلة لإعادة التدوير من مكب النفايات ويبيعونها لمقاولين أكبر،[32] حيث يُعاد تدويرها أو تُصدّر إلى دول أخرى لإعادة تدويرها.[33] وأفاد موظف في صندوق النظافة والتحسين في عدن بوجود بعض مشاريع تحويل النفايات العضوية إلى سماد عضوي،[34] إلا أن هذه المبادرات لا تزال نادرة بشكل عام.

شاحنات تفرغ النفايات الصلبة في مكب نفايات في مأرب. © نزيه محمد، المعهد الأوروبي للسلام

1.2 تدهور أنظمة إدارة النفايات في اليمن بعد بداية حرب 2014

الوضع قبل الأزمة

كما أشارت الثغرات في الإطار المؤسساتي والتشريعي، **حتى قبل الحرب، واجهت اليمن واجهت بالفعل تحديات متعددة في إدارة تدفق النفايات الصلبة.** في استراتيجيتها الوطنية لإدارة النفايات الصلبة التي مدتها أربع سنوات (2009-2013)، حددت وزارة الإدارة المحلية ما يقرب من 20 موقعًا رسميًا (مراقبًا أو شبه خاضع للرقابة) في البلاد وتم ذكر 27 موقعًا إضافيًا كمكبات مفتوحة غير رسمية.[35] واجهت مكبات النفايات الموجودة في اليمن في ذلك الوقت بالفعل مجموعة من المشكلات، بما في ذلك عدم كفاية التحكم في الوصول ونقص الموظفين لإدارة الموقع، وعدم مراعاة الملاءمة الهيدروجيولوجية أو الطبوغرافية للمكبات بشكل صحيح، أو نقص التخطيط والأعمال التحضيرية.[36] وجد تقييم تم نشره في عام 2014 أن 65٪ فقط من المناطق الحضرية و5٪ فقط من المناطق الريفية كانت مغطاة بخدمات جمع النفايات البلدية الصلبة. ووجد أن معظم النفايات، ما يقرب من 70٪، يتم إلقاؤها في العراء، بينما يتم طمر 26٪ فقط وإعادة تدوير 7.6٪. لم تكن هناك أي مكبات نفايات صحية عاملة أو مخطط لها أو قيد الإنشاء، وظلت النفايات الخطرة والطبية في معظمها دون معالجة.[37] في عام 2009، تم الإبلاغ عن إفلاس 25٪ من مرافق إعادة التدوير في اليمن.[38]

فيما يتعلق بتوليد النفايات، قُدِّر في عام 2012، مع عدد سكان يبلغ 24.5 مليون نسمة، أن البلاد تُنتج حوالي 3.8 مليون طن من النفايات البلدية الصلبة سنويًا. وتفاوت نصيب الفرد من إنتاج النفايات بين المناطق الحضرية والريفية، حيث يُنتج سكان الحضر 0.6 كيلوغرام يوميًا، بينما يُنتج سكان الريف 0.35 كيلوغرام يوميًا، ومن المتوقع أن يزداد إنتاج النفايات البلدية الصلبة بنسبة 3٪ سنويًا على الصعيد الوطني. والجدير بالذكر أن تركيبة النفايات كانت عضوية في المقام الأول (65٪)، مع وجود كميات كبيرة من البلاستيك (10٪)، والورق والكرتون (7٪)، والمعادن أيضا كانت موجودة (6٪).[39] يُقدم الجدول أدناه تفصيلًا لبيانات إدارة النفايات والأداء الفني.

الجدول 1	بيانات إدارة النفايات في اليمن في عام 2012[40]
عدد السكان	**24.5 مليون**
انتاج النفايات البلدية الصلبة	**3.8 مليون طن**
انتاج النفايات البلدية الصلبة للفرد (في المناطق الحضرية)	**0.6 كجم/يوم**
انتاج النفايات البلدية الصلبة للفرد (في المناطق الريفية)	**0.35 كجم/يوم**
نمو انتاج النفايات البلدية الصلبة	**3٪**
انتاج النّفايات الطبية	**3,916 طن/سنة (2010)**
انتاج النّفايات الخطرة	**20,917 طن/سنة (2010)**
عدد مكبات النفايات	**21**
عدد مدافن النفايات الخاضعة للرقابة	**6**
عدد مدافن القمامة الصحية (المخطط لها/قيد الإنشاء/التشغيلية)	**0**

تراكم النفايات على طول طريق في محافظة تعز. © نزيه محمد، المعهد الاوروبي للسلام

نظراً لعدم توفر أحدث البيانات، يتم استعمال قيم عام 2012 كأحدث مرجعية لحالة النفايات في اليمن قبل تصاعد النزاع. ومع ذلك، فمنذ عام 2012، ازداد عدد سكان اليمن بشكل ملحوظ ليصل إلى ما يُقدر بـ 34 مليون نسمة بحلول عام 2025.[40] يعيش حالياً حوالي 60٪ من سكان اليمن في المناطق الريفية (تقديرات عام 2023).[42] ورغم محدودية البيانات، واستناداً إلى هذه الأرقام، يُمكن تقدير أن سكان اليمن في عام 2025 سيُنتجون حوالي 5.6 مليار طن من النفايات البلدية الصلبة سنوياً.[43]

حددت الاستراتيجية الوطنية الحكومية لإدارة النفايات الصلبة التعديلات التشريعيّة المتوقعة وعمليات الترميم والاستثمارات في قطاع النفايات الصلبة للفترة 2009-2013، بهدف تعزيز جمع النفايات والتخلص منها وفرزها وإعادة تدويرها. ومع ذلك، منذ اندلاع ثورات الربيع العربي عام 2011، وما تلاه من تصاعد للأزمة السياسية في اليمن وتحوّلها إلى حرب، واجه تنفيذ الاستراتيجية عقبات كبيرة حيث أنتطوير قطاع إدارة النفايات الصلبة قد تعثر.

أزمة النفايات الحالية

أدّت الأزمة السياسية التي أعقبت الحرب الأهلية عام 2011 وما تلاها من **نزاع مسلح إلى تعطيل إدارة النفايات بشكل كبير في جوانب عديدة.** وقد أثّرت مجموعة من التحديات، بما في ذلك إغلاق الطرق التجارية وتقييد وصول المركبات وقلة الموارد على دورة إدارة النفايات، وأعاقت تنفيذ خطط الاستثمار المقرّرة. ومع تفاقم المأزق السياسي وتحوّله إلى صراع مسلّح على مستوى البلاد، طغت أولويات أخرى بشكل متزايد على التشريعات والرقابة وتنفيذ اللوائح القائمة، في حين تعرضت موارد الحكومة لضغوط شديدة في ظل تباطؤ اقتصادي هائل. وأضيفت إلى ذلك عقبات أخرى، بما في ذلك قيود الاستيراد وما نتج عنها من ارتفاع في الأسعار وتداعيات في توفير الكهرباء والمياه ونقص أدوات صيانة المعدات مما قوّض قدرات هيئات إدارة النفايات، مثل صناديق النظافة والتحسين، على استيعاب ومعالجة النفايات المتولّدة.[44] ويكمن تحدٍّ آخر في تحديد وتخصيص الأراضي التي يمكن استخدامها للتخلص من النفايات أو معالجتها. وكما يوضّح المدير العام لمكتب حماية البيئة في مأرب، فإن الأراضي العامة المخصصة لكبات النفايات محدودة للغاية، وقد جعل الصراع المسلح المستمر من الصعب تحديد المناطق المناسبة.[45]

عانت هيئات إدارة النفايات المحلية أيضًا من نقص هائل في التمويل. وقد أثر انقطاع المياه والكهرباء، إلى جانب نقص القنوات المصرفية الرسمية، على قدرة الهيئات على إصدار فواتير للمستهلكين وتحصيل الضرائب. وقد أدى اعتماد هيئات إدارة النفايات على هذه الايرادات إلى تحديات في دفع أجور الموظفين ونقص حاد في عدد الموظفين. وقد وجد تقييم تم اجراؤه عام 2015 أن عدن تأثرت بشكل خاص بهذه المشكلة، حيث شهدت انخفاضًا بنسبة 80٪ في عدد موظفي جمع النفايات وانخفاضًا بنسبة 97٪ في عدد عمال تنظيف الشوارع. وبالمثل، تفاقمت المشاكل المتعلقة بنقص المعدات ونقص قطع الغيار وفجوات في الصيانة، والتي كانت مستمرة بالفعل قبل الصراع. ففي يوليو/تموز 2015، كان ما يقرب من 45٪ من المركبات في الأسطول في ست محافظات إما غير قابلة للوصول، أو معطلة، أو مسروقة، حيث أبلغت مدن مثل صعدة وعمران عن نقص حاد.[46]

وتظهر التقييمات الأحدث اتجاهات مماثلة. في عام 2018، أفاد سكان صنعاء بأن خدمات جمع النفايات والتخلص منها غير كافية، حيث تضرر حوالي ثلث شاحنات القمامة، وتوقف 18٪ منها عن العمل. وتشير التقارير الواردة من تعز عام 2017 إلى عدم توفر أي مركبة إدارة نفايات صلبة عاملة بكامل طاقتها في البلدية. وأفادت مدن أخرى، مثل ذمار والحديدة ومأرب، بمشاكل مماثلة، مما أدى إلى تراكم النفايات في المدن، بما في ذلك بالقرب من المدارس والمساجد، وكذلك في مخيمات النازحين.[47] وتتفاقم هذه المشكلة مع النمو السكاني والتوسع الحضري في اليمن،[48] فمع توسع المدن، تتزايد كثافة السكان في المناطق التي كانت تضم مواقع مكبات النفايات في محيطها.[49]

إن عواقب هذا النقص ضارة بالبيئة الطبيعية في اليمن وبصحة وسلامة سكانه. وعلى الرغم من أن مسارات جمع النفايات ومناطق الأسواق لا تزال تحظى بالأولوية، إلا أن أحياء بأكملها غالبًا ما تُحرم من الخدمات. وقد انخفض معدل جمع النفايات بشكل ملحوظ في بعض المناطق من عدة عمليات جمع يوميًا إلى عملية جمع واحدة أسبوعيًا. ونظرًا لنقص معدات التخلص من النفايات، تظل النفايات في معظمها غير مضغوطة ومكشوفة، مما يؤدي إلى تراكم السوائل المتسربة، واندلاع الحرائق (سواءً بسبب ارتفاع درجات الحرارة أو بسبب النشاط البشري) وانبعاثات الغازات من مكبات النفايات. كما يُعرّض ذلك مواقع مكبات النفايات للفيضانات وتسرّب المياه، مما يزيد من مخاطر تسرب السوائل المرتشحة إلى المياه الجوفية وتلوّث التربة والأمراض المنقولة بالمياه والجهاز التنفسي.[50]

وقد فاقمت الآثار المباشرة للنزاع هذه الأزمة، بما في ذلك الغارات الجوية والاشتباكات في المناطق الحضرية، إذ تسببت في إلحاق أضرار بمركبات الجمع وقيّدت الوصول إلى المناطق المتأثرة بالنزاع. شمل ذلك تدمير البنية التحتية الحالية لإدارة النفايات، مثل منشأة معالجة النفايات الطبية في صنعاء والتي تعرضت لغارة جوية في عام 2015، بعد بضعة أشهر فقط من بدء تشغيلها.[51] كما أدّى النزاع المسلح إلى ظهور أنواع جديدة من النفايات مثل الذخائر غير المنفجرة ومخلفات الحرب المتفجرة، والتي ورد أنها ظهرت في أكوام النفايات في عدة مدن.[52]

وتبرز النفايات البلاستيكية على وجه الخصوص كمصدر متزايد للقلق، إذ تتراكم على شكل أكياس وزجاجات وحاويات للسوائل، ولا سيما في المدن الكبرى مثل صنعاء. ويشكّل الرمي العشوائي والحرق المفتوح للنفايات البلاستيكية مخاطر صحية جسيمة على السكان والماشية والحيوانات الأخرى، فضلًا عن تأثيراته الضارة على الحياة البحرية. كما أن تراكم النفايات البلاستيكية غير المعالجة وحرقها يُلحق أضرارًا كبيرة بالتربة والتنوع البيولوجي، خاصة في المناطق الزراعية التي يتكدس فيها البلاستيك.[53]

تراكم النفايات في مجرى السيل مدينة تعز. © نزيه محمد، المعهد الأوروبي للسلام

وقد أكد خبراء من هيئات إدارة النفايات والبيئة في مختلف المحافظات التحديات المذكورة. ففي حضرموت، يعاني مركز معالجة النفايات من نقص المعدات والأدوات، بالإضافة إلى الأضرار التي لحقت بالأسطول وبعض الطرق والتي أصبحت غير قابلة للوصول لمركبات جمع النفايات. وفي الوقت نفسه، فإن غياب الحواجز حول مكبات النفايات القائمة يسمح بالتجاوز غير المنضبط. وباستثناء حالات قليلة، لا يوجد فرز أو إعادة تدوير أو تحويل النفايات إلى سماد في المحافظة.[54] وفي تعز، يقع مكب النفايات الرئيسي في المحافظة على بعد نصف كيلومتر فقط من المناطق المأهولة بالسكان، مما يعرّض السكان للانبعاثات والتلوث، وخاصة عندما تجرف السيول النفايات إلى الجداول أو المناطق الزراعية. و وفي ظل محدودية خدمات جمع النفايات، يلجأ السكان إلى حرقها أو التخلص منها بطرق غير سليمة، وغالبًا ما يتم ذلك في الشوارع أو بالقرب من مجاري المياه.[55]

وتتشابه التجارب في محافظات أخرى، مثل عدن أو مأرب. أعرب جميع المشاركين في المقابلات عن مخاوفهم بشأن نقص التّمويل وقدرة هيئات إدارة النفايات في محافظاتهم، إلى جانب عدم كفاية عدد الحاويات، ونقص الوعي العام والتخلص غير السليم من النفايات والتشريعات القديمة ونقص البيانات المحدثة، وكل هذه المخاوف تؤثّر على إدارة النفايات.[56] إنّ ندرة الموارد المالية، إلى جانب أوجه القصور الواضحة في هياكل توليد الإيرادات، تحول دون قدرة الجهات المحلية على معالجة هذه التحديات، إذ تعجز هيئات إدارة النفايات المحلية عن تغطية تكاليفها التشغيلية، فضلًا عن تنفيذ الاستثمارات التي تشتدّ الحاجة إليها.[57]

> "بعد عام 2015، ظهرت مكبات النفايات العشوائية. غيّر المواطنون القادمون من خارج عدن سلوكهم. في السابق، كان المواطنون يرمون نفاياتهم في حاويات النّفايات. الآن، لا يكترثون لهذا الأمر ويرمونها عشوائيًا."
>
> موظف في صندوق النظافة والتحسين، عدن

انتشار النفايات الصلبة

في حين أن البيانات الدقيقة حول إنتاج النفايات وتركيبتها في جميع أنحاء اليمن غير متوفرة إلى حد كبير، إلا أنه يمكن استخلاص اتجاهات محددة من الأدبيات المتاحة و النقاشات مع الخبراء. واستكمالاً لهذه البيانات، تم إجراء تحليل جغرافي مكاني للتحقّق من وجود مكبات نفايات التي تم الإبلاغ عنها، وتحديد أي مواقع قد تكون ظهرت بعد آخر التقارير أو مواقع لم يتم اعتمادها رسمياً ولكنها لا تزال ذات حجم و أهمية ملحوظين.[58]

وبالاستناد إلى مصادر متعددة لبيانات النفايات تناولها هذا التقرير، حدد التحليل الجغرافي المكاني 473 موقعاً لمكبات نفايات صلبة في جميع أنحاء اليمن بحلول عام 2024، وهي زيادة حادة مقارنة ب 213 موقعاً تم تحديدها لعام 2014 (انظر ← **الخريطة والجدول**). **ازدادت المساحة الإجمالية المغطاة بالنفايات بشكل ملحوظ خلال سنوات الحرب، من 6.3 كيلومتر مربع في عام 2014 إلى 15.6 كيلومتر مربع في عام 2024.** تم تحديد أكبر مكب للنفايات الصلبة من خلال صور الأقمار الصناعية وهو مكب بير النعامة في عدن بمساحة 3.3 كيلومتر مربع، يليه مكب الصليف في محافظة الحديدة بمساحة 0.7 كيلومتر مربع، ثم مكب الحزم في محافظة الجوف بمساحة 0.6 كيلومتر مربع.

تُظهر صور الأقمار الصناعية تفاوتاً ملحوظاً في حجم النفايات الصلبة بين محافظات اليمن. فبينما تُعد حضرموت، على الرغم من انخفاض مستويات المواجهات المسلحة مقارنةً بالمحافظات الأخرى، المحافظة التي شهدت أكبر عدد من النفايات الصلبة، حيث بلغ عددها 159 موقعًا في عام 2024 تغطي مساحة تزيد عن 4.19 كيلومتر مربع، لم يتم ملاحظة أي نفايات صلبة تقريبًا في ريمة. عند دراسة تطوّر إنتاج النفايات بمرور الوقت، تُعد أبين **ولحج** المحافظتين اللتين ازداد فيهما وجود النفايات الصلبة بشكل ملحوظ بين عامي 2014 و2024. وبينما ازدادت المساحة المغطاة بالنفايات الصلبة في هاتين المحافظتين بأكثر من عشرة أضعاف خلال السنوات العشر الماضية (11 و13 مرة أكبر مما كانت عليه في عام 2014 على التوالي)، شهدت محافظات أخرى، مثل سقطرى، انخفاضًا طفيفًا في انتشار نفاياتها الصلبة. وعلى مدار العقد الماضي، تم اكتشاف أكبر عدد من مواقع النفايات الصلبة الجديدة (التي تم إنشاؤها بعد اندلاع الحرب) في الحديدة (30 موقعًا) وحضرموت (68 موقعًا). في المقابل، تم اكتشاف موقع جديد واحد فقط في محافظات سقطرى وإب وصنعاء وحجة، ولم يتم اكتشاف أي موقع في المحويت وريمة.

بالإضافة إلى ذلك، **تم ملاحظة اختلافات واضحة بين محافظات اليمن في كمية ونوعيّة إدارة النفايات الصلبة.** تتبع محافظتا المحويت وذمار نهجًا أكثر تنظيمًا لإدارة النفايات، حيث تم ملاحظة تراكمات ضئيلة للنفايات الصلبة على جوانب الطرق أو في مواقع غير مرخصة أخرى. وتقع العديد من مكبات النفايات المسوّرة، التي يسهل الوصول إليها برًا، على أطراف المدن. في المقابل، تتميز محافظتا أبين والبيضاء، على سبيل المثال، بمواقع نفايات صلبة أكثر وأصغر حجمًا، قليل منها مسوّر، وغالبًا ما تقع على طول الطرق أو في الوديان داخل المناطق السكنية.

ينبغي تفسير التباين في انتشار النفايات الصلبة بين المحافظات في ضوء الاختلافات في الحجم، بالإضافة إلى الاتجاهات الديموغرافية والتطورات الاجتماعية والاقتصادية التي شهدتها تلك المحافظات على مدى العقد الماضي. ففي حين تم تسجيل انخفاض عام في إنتاج النفايات في عام 2015 نتيجةً للأزمة الإنسانية وما نتج عنها من انخفاض في الاستهلاك على مستوى البلاد،[59] إلا أن الاتجاهات الديموغرافية، كالنمو السكاني الحاد في اليمن وأنماط الهجرة والتّوسع الحضري، قد فرضت ضغطًا كبيرًا على نظام إدارة النفايات الصلبة في بعض المناطق.[60] على سبيل المثال، أفاد أحد موظفي صندوق النظافة والتحسين في حضرموت أن عدد سكان المكلا، المدينة الرئيسية في المحافظة، قد تجاوز بشكل كبير قدرات هيئات إدارة النفايات المحلية. فبينما تضاعف عدد سكان المدينة تقريبًا منذ اندلاع الحرب، لم يزد عدد الموظفين إلا قليلاً، وخاصةً الوظائف الفنية التي تفتقر إلى الموارد البشرية. ويشير ممثلون من تعز وعدن ومأرب إلى مشاكل مماثلة في عواصم محافظاتهم، التي شهدت نموًا كبيرًا بسبب النزوح الناجم عن النزاع والتوسع الحضري.[61]

زادت المساحة الإجمالية المقدرة التي تغطيها النفايات بشكل كبير خلال سنوات الحرب

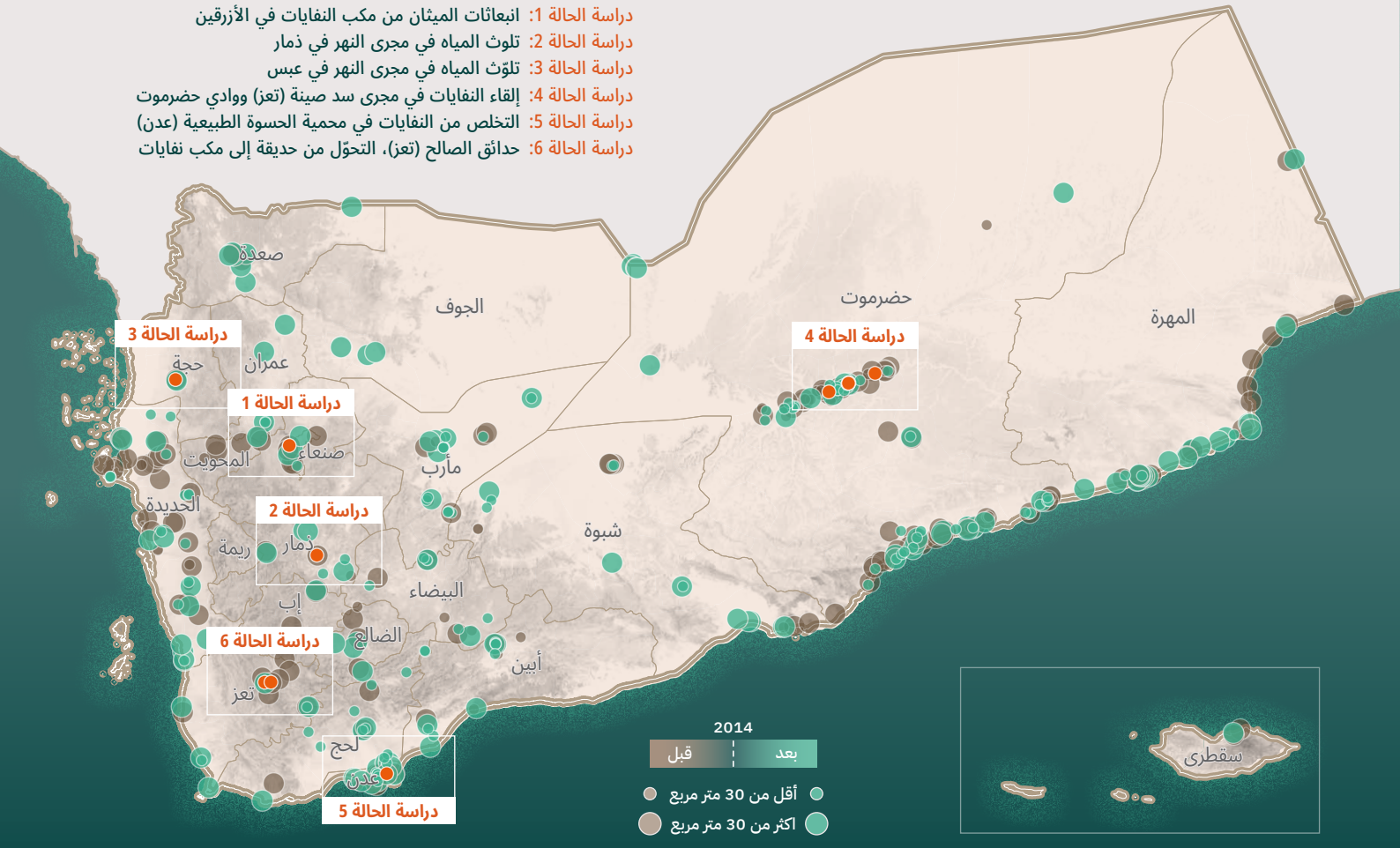
في عام 2014 — **6.3 كيلومتر مربع² مغطاة بـ 213 مكب نفايات**

في نوفمبر 2024 — **15.6 كيلومتر مربع² مغطاة بـ 473 مكب نفايات**

الخريطة والجدول
بيانات إدارة النفايات في اليمن في عامي 2014 و2024[40]
قبل اندلاع الحرب في عام 2017 وبعده

	عدد مكبات القمامة 2014	عدد مكبات القمامة 2024	المساحة 2014 (كم²)	المساحة 2024 (كم²)
أبين	7	19	0.01	0.13
عدن	8	30	0.74	3.69
البيضاء	4	8	0.12	0.22
المهرة	17	44	0.74	1.66
الحويت	4	4	0.01	0.01
الجوف	0	4	0.00	0.67
عمران	2	8	0.01	0.04
الضالع	4	8	0.03	0.05
ذمار	3	9	0.15	0.27
حضرموت	91	159	2.77	4.91
حجة	1	2	0.01	0.02
الحديدة	30	60	0.62	1.60
إب	4	5	0.08	0.16
لحج	3	19	0.01	0.19
مأرب	7	32	0.10	0.59
ريمة	0	0	0.00	0.00
صعدة	3	12	0.29	0.47
صنعاء	1	2	0.01	0.05
مدينة صنعاء (أمانة العاصمة)	5	8	0.42	0.46
شبوة	9	22	0.03	0.14
سقطرى	2	3	0.02	0.02
تعز	8	15	0.14	0.24
الإجمالي	**213**	**473**	**6.32**	**15.60**

دراسة الحالة 1: انبعاثات الميثان من مكب النفايات في الأزرقين
دراسة الحالة 2: تلوث المياه في مجرى النهر في ذمار
دراسة الحالة 3: تلوّث المياه في مجرى النهر في عبس
دراسة الحالة 4: إلقاء النفايات في مجرى سد صينة (تعز) ووادي حضرموت
دراسة الحالة 5: التخلص من النفايات في محمية الحسوة الطبيعية (عدن)
دراسة الحالة 6: حدائق الصالح (تعز)، التحوّل من حديقة إلى مكب نفايات



PAX
EUROPEAN INSTITUTE OF PEACE

> في عدن، بعد عام 2015، تسبب النزوح من القرى القريبة من عدن إلى المدينة، بسبب فقدان سبل العيش، بالإضافة إلى النزوح من الصومال وجيبوتي، في زيادة كبيرة في إنتاج النفايات، إلى جانب فقدان أسطول عدن. [...] فُقدت الآبار والمناطق الزراعية بسبب النزاع، مما دفع الناس إلى الانتقال إلى عدن بسبب فقدان سبل العيش." [62]
>
> ويفيد أحد موظفي صندوق النظافة والتحسين المحليين في عدن بما يلي.

وفقًا لممثل لصندوق النظافة والتحسين في عدن، ارتفع إنتاج المدينة من النفايات من حوالي 670 طنًا يوميًا في عام 2011 إلى أكثر من 1400 طن في عام 2024.[63] في مأرب، يتم جمع ما بين 300 و500 طن من النفايات يوميًا، مع بقاء حوالي 30-35٪ من النفايات الصلبة دون إدارة. ونظرًا لتزايد أعداد النازحين داخليًا في المحافظة، ساعدت المنظمات الدولية في جمع النفايات في مخيمات النازحين، لكنها لم تتمكن إلا من التخفيف من بعض التحديات التي تواجهها المجتمعات المحلية والسلطات على حد سواء في ظل تزايد كميات النفايات وانتشار التلوث على نطاق واسع.[64]

أطفال في مكب نفايات في تعز. © نزيه محمد، المعهد الأوروبي للسلام

الآثار البيئية والمجتمعية لأزمة النفايات في اليمن

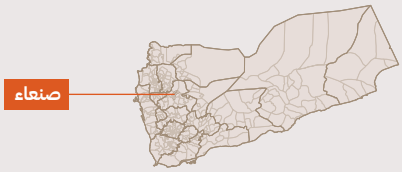
إن انتشار النفايات الصلبة يخلف عواقب وخيمة على النظم البيئية في اليمن، وجودة الهواء والمياه والموارد الطبيعية. وتمتد هذه الآثار إلى ما هو أبعد من مجرد الاحتياجات الإنسانية، فتؤثر على الصحة العامة وسبل العيش والمياه والأمن الغذائي والتماسك الاجتماعي في المناطق المتضررة، وبالتالي تفاقم مسببات التوترات والصراعات. يتناول هذا القسم بالتفصيل الآثار البيئية والمجتمعية لأزمة إدارة النفايات الصلبة في اليمن. وبالاستعانة بأساليب التحليل الجغرافي المكاني، يسلّط التحليل الضوء على المخاطر المتعددة الأبعاد التي يفرضها النزاع في اليمن فيما يتعلق بالنفايات الصلبة، من خلال رصدها وتحليلها وتقييمها، مدعّمًا ذلك بدراسات حالة من عدد من المحافظات المختلفة.

جامع قمامة يمشي عبر مكب نفايات في المكلا، حضرموت.
© نزيه محمد، المعهد الأوروبي للسلام

2.1 | تلوث الهواء

مع انهيار أنظمة إدارة النفايات في اليمن، أصبح حرق النفايات في الهواء الطلق ممارسة شائعة في العديد من المجتمعات. تطلق هذه الطريقة للتخلص من النفايات كميات كبيرة من الملوثات الضارة في الغلاف الجوي، بما في ذلك الجسيمات الدقيقة وأول أكسيد الكربون (CO) والمركبات العضوية المتطايرة والمواد الكيميائية السامة مثل الديوكسينات. تؤدي هذه الملوثات إلى تدهور جودة الهواء وتكوين الضباب الدخاني وتشكل مخاطر صحية جسيمة. بالإضافة إلى ذلك، فإن مكبات النفايات وأماكن رمي النفايات غير المنظمة التي ظهرت أثناء النزاع هي مصادر رئيسية لغاز الميثان (CH_4)، وهو غاز دفيئة قوي. على مدى فترة زمنية مدتها 20 عامًا، يحبس الميثان ما يقرب من 86 مرة من الحرارة في الغلاف الجوي أكثر من ثاني أكسيد الكربون.[65] ومع تحلل النفايات العضوية في هذه المكبات غير المدارة، يتم إطلاق الميثان والغازات الضارة الأخرى، مثل المركبات العضوية غير الميثانية، في الهواء، مما يساهم في التلوث المحلي وتغير المناخ العالمي.

دراسة الحالة 1 | انبعاثات الميثان من مكب النفايات في الأزرقين

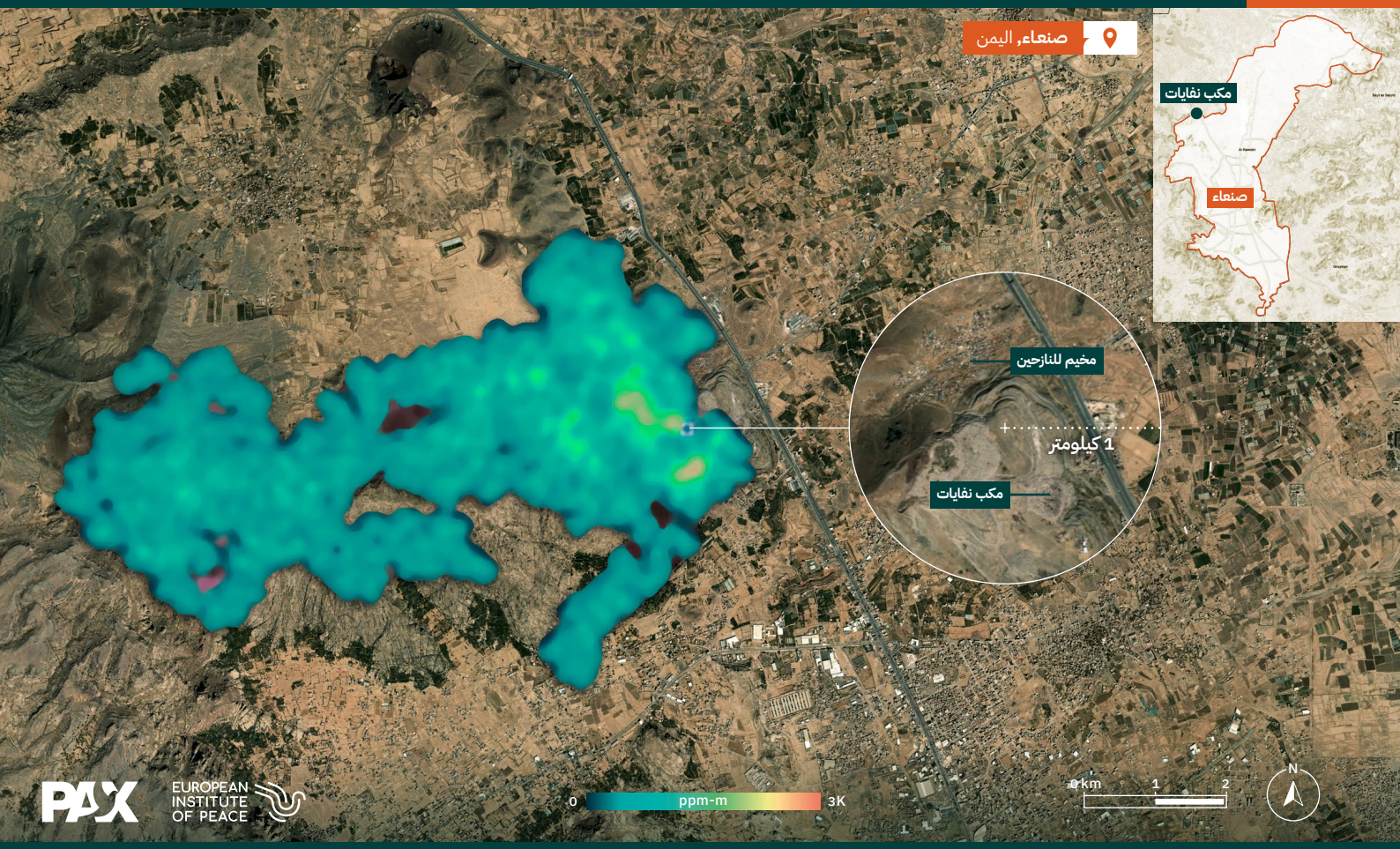


يقع مكب الأزرقين للنفايات على بُعد 15 كيلومترًا شمال غرب صنعاء، ويغطي مساحةً تُقارب نصف كيلومتر مربع، مما يجعله سادس أكبر مكب نفايات في البلاد. وبحسب ما ورد، يستقبل المكب ما بين 1500 و2000 طن من النفايات يوميًا من ثلاث محافظات، بما في ذلك النفايات الصناعية والطبية والمبيدات الحشرية ومخلفات خطرة أخرى تُشكل مخاطر صحية جسيمة. تُترك النفايات دون فرز أو معالجة، وتُدفن أو تُحرق في النهاية في المكب. وقد أُغلق مشروع مُخطط له لتحسين جمع ومعالجة النفايات الطبية بسبب تفاقم النزاع.[66] في فبراير 2023، تم تحديد مكب الأزرقين من الفضاء على أنه باعث كبير لغاز الميثان، حيث يُنتج ما يُقدر بنحو 400 كيلوغرام من غاز الميثان في الساعة، وينتشر في عمود دخان يبلغ طوله 3.5 كيلومتر وعرضه 2.5 كيلومتر. وبحلول أوائل عام 2025، كان مكب النفايات ينبعث منه بالفعل ما بين 500 كيلوغرام و900 كيلوغرام من غاز الميثان في الساعة، أي ما يصل إلى 21600 كيلوغرام من غاز الميثان في اليوم.[67]

تساهم انبعاثات غاز الميثان من مكبات النفايات في تدهور جودة الهواء، لا سيما كعنصر أساسي في تكوين الأوزون الأرضي (التروبوسفيري)، وهو ملوث هواء ضار يرتبط بحوالي مليون حالة وفاة مبكرة بأمراض الجهاز التنفسي سنويًا. عالميًا، يُعد الميثان مسؤولًا عن نصف ارتفاع الأوزون التروبوسفيري، مما يُفاقم أمراض الرئة ويُسبب نوبات الربو ويزيد من مخاطر الولادة المبكرة وأمراض القلب والأوعية الدموية والسكتات الدماغية.[69] تُعادل انبعاثات مكب النفايات اليومي من الأزرقين استهلاك الكهرباء في 126 منزلًا متوسطًا في الولايات المتحدة على مدار عام كامل. يتطلب الأمر غابة كاملة النمو مساحتها 900 كيلومتر مربع، أي ما يعادل مساحة البحرين أو برلين، لعزل غازات الاحتباس الحراري بنفس السرعة التي ينبعث بها من هذا المكب.[70]

وفي حين يختلط غاز الميثان والأوزون الأرضي بسرعة كبيرة داخل الغلاف الجوي الأوسع، إلّا أنّ المجتمعات القريبة تواجه التعرض الضار للجسيمات الدقيقة النّاتجة عن حرق النفايات، مما يؤدي مباشرة إلى أمراض الجهاز التنفسي. تقع مدينة صنعاء المكتظّة بالسكان على بُعد بضع كيلومترات فقط من الأزرقين، مما يُعرّض السكان للآثار الضّارة لانبعاثات مكب النفايات. علاوة على ذلك، تشير الدلائل إلى أن العديد من الأحياء الزراعية والعشوائية على حافة المكب تشهد أعلى تركيزات من هذه الملوثات الهوائيّة يوميًا.

الشكل 2 عمود الميثان في يناير 2025 من مكب النفايات في أزرقين، صنعاء، اليمن[68]



المصدر: خريطة الكربون، 2025

الصورة: حرق أكوام من النفايات في مكب نفايات في حضرموت. © نزيه محمد، المعهد الأوروبي للسلام

2.2 تلوث المياه والأودية وخزانات المياه الجوفية

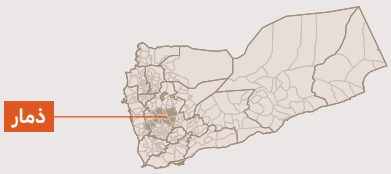
عند اختيار موقع لمكبّ النفايات، ينبغي مراعاة مجموعة من العوامل البيئية، مثل البعد عن المناطق السكنية، وأنماط استخدام الأراضي، وخصائص التربة التحتية، وانحدار السطح، والظروف الهيدرولوجية.[72] بينما تقع مكبات النفايات الرسمية في اليمن عمومًا خارج حدود المدن، إلا أن العوامل الأخرى لم يكن لها تأثير يُذكر على اختيار الموقع.[73] ونتيجةً لأزمة إدارة النفايات في اليمن، غالبًا ما تُلقى النفايات الصلبة في مواقع غير مخصصة، بما في ذلك أحيانًا داخل أو بجانب مجاري المياه الموسمية القليلة في اليمن (الوديان). وتؤدي طريقة التخلص من النفايات بهذه الشكل إلى تسرب المواد الكيميائية الخطرة والمعادن الثقيلة والملوثات إلى المياه السطحية والجوفية، مما يؤدي إلى تلويث مصادر المياه الرئيسية المستخدمة في الشرب والري وتربية الماشية.[74] وتفتقر معظم مكبات النفايات في اليمن إلى طبقة واقية تمنع التسرّب، مما يؤدي إلى تفاقم هذا الخطر بي.[75] تقع مكبات النفايات في العديد من المواقع بالقرب من مصادر المياه وخلال موسم الأمطار يحمل الجريان السطحي من هذه المواقع الملوثات مباشرة إلى الوديان وطبقات المياه الجوفية.

وبالتالي فإن تلوث المسطحات المائية في اليمن له آثار سلبيّة على جودة المياه، مما يزيد من تفاقم أزمة المياه في البلاد. ومع افتقار أكثر من نصف السكان إلى مصادر مياه آمنة وكافية لتلبية احتياجاتهم المنزلية وخدمات الصرف الصحي،[76] يُشكل هذا الوضع تهديدًا جسيمًا للصحة العامة والأمن الإنساني. وإلى جانب غياب خدمات الصرف الصحي، أدى تراكم النفايات الصلبة إلى خلق حلقة مفرغة من التلوث، مما يزيد من صعوبة ضمان حصول السكان على مياه آمنة ونظيفة ويزيد كذلك من خطر الإصابة بالأمراض المعدية. وفي المناطق الحضرية تحديدًا، أدى انهيار البنية التحتية للصرف الصحي وإدارة النفايات إلى اختلاط مياه الصرف الصحي غير المعالجة بالنفايات الصلبة، وتلويث مصادر المياه. وقد انعكس ذلك في تدهور جودة مياه الشرب وانتشار أمراض مثل الكوليرا، التي أثرت على آلاف الأشخاص في مختلف أنحاء البلاد.[77] توضح دراسات الحالة التالية من مناطق جغرافيّة متنوّعة في اليمن، طبيعة التفاعلات بين النفايات الصلبة وموارد المياه في البلاد، وتأثيرها الضار على البيئة الطبيعية والصحة العامة والديناميكيات الاجتماعية.

تيار ملوث في محيط مدينة مأرب. © نزيه محمد، المعهد الاوربي للسلام

دراسة الحالة 2

تلوث المياه في مجرى الوادي في ذمار



يقع مكب النفايات في مدينة ذمار على منحدر، على بعد خمس كيلومترات تقريبا إلى الشمال من وسط المدينة، ويغطي حوالي 25 هكتار. تتكون المناطق المحيطة بها من مناطق بها صخور بركانية مكشوفة ومجموعات من المنازل والعديد من الحقول الزراعية. خلال مواسم الأمطار، يتدفق تيار نابع من المنطقة المحيطة بمدفن النفايات شمالا، بعيدا عن مدينة ذمار، حاملا معه ملوثات محتملة إلى وادي محاط بشكل شبه كامل بالأراضي الزراعية ← **الشكل 3** . ويكشف تحليل الغطاء الأرضي ضمن دائرة نصف قطرها 100 مترا حول تيار يحتمل أن يكون ملوثا، ويمتد لمسافة عشرة كيلومترات تقريبا من مكب النفايات، أن نحو 84٪ من المناطق المحيطة تتكون من أراض زراعية ← **الشكل 4** . قد يؤدي ذلك إلى تسرّب عصارة سامة، لا سيما تلك التي تحتوي على معادن ثقيلة،[78] إلى المحاصيل المنتجة.

تعتمد معدلات التسرب إلى التربة بشكل أساسي على نسيج التربة، حيث تكون التربة الناعمة أفضل في الاحتفاظ بالمياه، بينما تسمح التربة الخشنة بمرور أسهل إلى المياه الجوفية.

تتكون أجزاء كبيرة من الأرض حول مكب ذمار من صخور بركانية شبه مكشوفة،[79] حيث ان 15٪ من الغطاء الأرضي أسفل مجرى الكب عبارة عن صخور عارية وأراضٍ عشبية. تتكون التربة في هذه المنطقة عمومًا من طبقة علوية من اللوس، وهي عبارة عن رواسب بحجم الطمي محمولة بواسطة الرياح مما يسمح بامتصاص جيد للمياه في البداية. ومع ذلك، فإن الطبقات السفلية من الطين تعيق الامتصاص، تاركة طبقة من المياه قد تكون ملوثة بالقرب من السطح. لذلك، من غير المرجح أن تمتص التربة المحيطة بالمكب كميات كبيرة من مياه الأمطار، مما يعرض الوديان المحيطة لتسرب المياه الملوثة المحتملة.

تزيد فترات هطول الأمطار الغزيرة، التي تحدث عادةً في الربيع والصيف، من خطر المواد المترشّحة.[80] وكما يتضح من الأرقام، شهدت السنوات الأخيرة فترات من هطول الأمطار الغزيرة تجاوزت المتوسط المناخي للعقود الثلاثة الماضية بشكل كبير. ومع ازدياد شدة وتواتر الظروف الجوية القاسية نتيجة تغيّر المناخ،[81] من المرجح أن تزداد وتيرة هذه الفترات.

الشكل 3

المنطقة الواقعة ضمن نطاق 100 متر من مجرى السيل المحتمل تلوثه

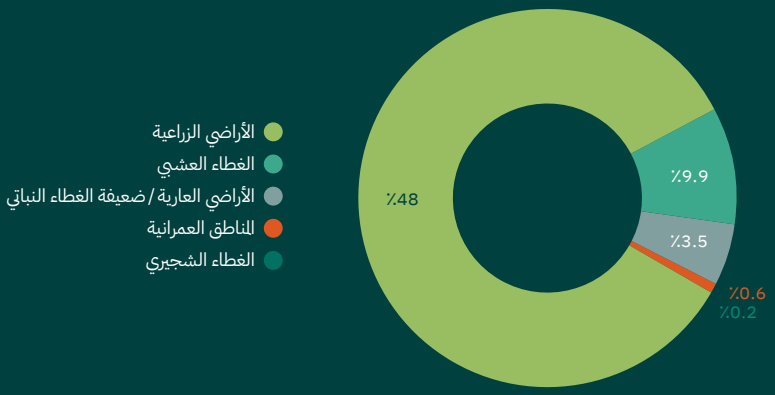
تم تحديدها باستخدام خوارزمية تراكم الجريان لمسافة تصل إلى نحو 15 كيلومترًا باتجاه المصب، استنادًا إلى نموذج الارتفاع الرقمي

البيانات: نموذج كوبرنيكوس العالمي للارتفاعات الرقمية. صور الخلفية: جوجل إيرث

الشكل 4

الغطاء الأرضي ضمن نطاق 100 متر من مجرى مائي يُحتمل تلوّثه بالقرب من ذمار

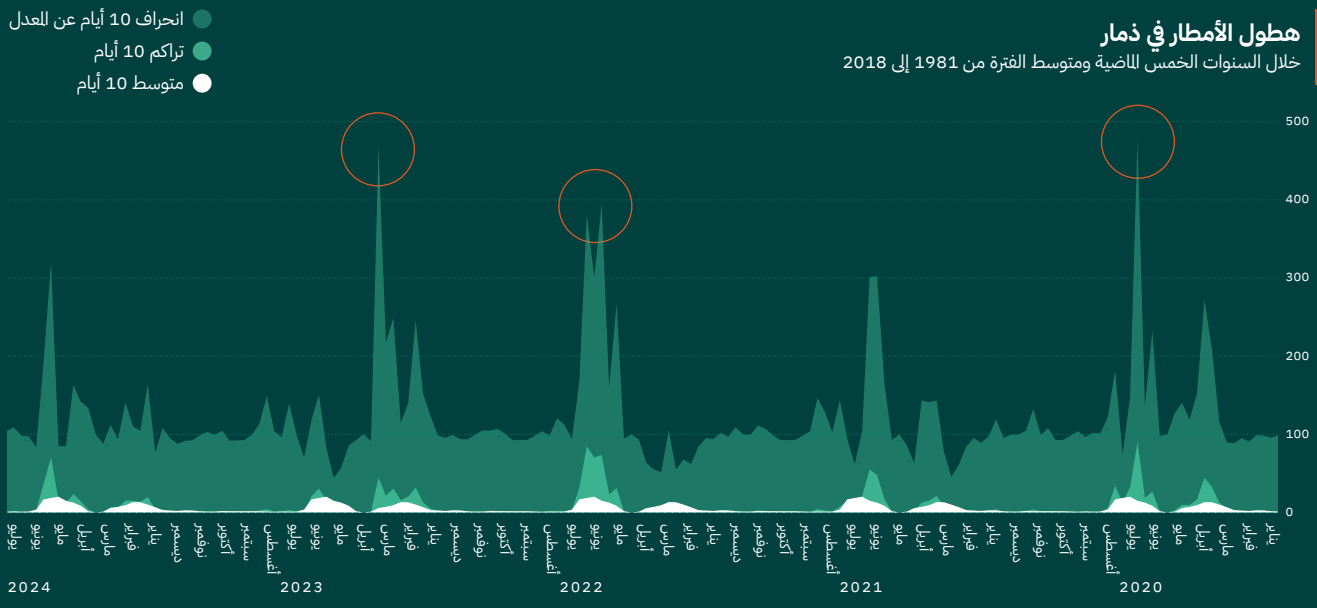
المصدر: مشروع الغطاء الأرضي العالمي 2021



الشكل 5

هطول الأمطار في ذمار

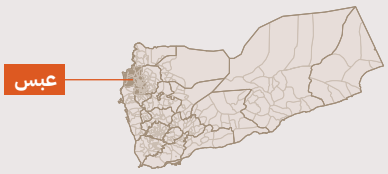
خلال السنوات الخمس الماضية ومتوسط الفترة من 1981 إلى 2018



المصدر: برنامج الأغذية العالمي – مؤشرات هطول الأمطار على المستوى دون الوطني

دراسة الحالة 3

تلوّث المياه في مجرى الوادي في عبس



تظهر مخاطر مماثلة في مدينة **عبس،** الواقعة على حافة سهل تهامة الساحلي في محافظة حجة، والتي شهدت تدفقًا كبيرًا للنازحين داخليًا من المناطق التي مزقتها الحرب إلى الشمال.[82] حدد التحليل الجغرافي المكاني مكبّين للنفايات حول المدينة: أحدهما يقع في الشمال الشرقي على تلة صغيرة، والآخر يقع داخل التلال إلى الشرق. ظهر الأخير فقط في عام 2021 ونما منذ ذلك الحين إلى أن وصل إلى حجم هكتار واحد. كان مكب النفايات الشمالي موجودًا بالفعل قبل عام 2014 وتبلغ مساحته حوالي 1.5 هكتار، ولكنه لم يتوسع بشكل كبير خلال العقد الماضي. ومع ذلك، فإن موقعه على جانب تلّة صغيرة يعرّض الموقع للنفايات التي يتم إلقاؤها من أعلى التل، مما قد يتسبب في زيادة في الحجم.[83]

على عكس مكب النفايات في ذمار المذكور في دراسة الحالة السابقة، يُظهر الارتفاع في منطقة عبس أن الجريان السطحي من هذه المكبات يتدفق نحو مدينة عبس، لينتهي في النهاية في وادين رئيسيين يمران شمال وجنوب المدينة. وتحديدًا، يمر الجريان السطحي من المكب الشمالي أولًا عبر العديد من الحقول الزراعية. يشير العرض العام للأودية هنا إلى أن جزءًا كبيرًا (حوالي 50٪) من المساحة الواقعة ضمن نطاق 100 متر من المجرى المركزي هي أراضٍ زراعية. يُظهر نمط هطول الأمطار في عبس ذروة أكبر في الصيف، حيث ان عام 2022 كان عامًا مرهقًا (انظر الى الرسومات ادناه للاطلاع على التفاصيل والمصادر).

تتكون بنية التربة في وديان تهامة من طبقة من اللوس أبعد قليلاً من المركز، والتي يمكنها امتصاص كميات معتدلة من الماء. بالقرب من مركز الوديان، تحتوي التربة على المزيد من الطين والطمي، وهي أقل ملاءمة للتسرب. يوجد تحتها طبقة من الحصى والحجارة، مما يسمح لمياه الجريان السطحي بالوصول بسهولة إلى الصخر الأساسي الصلب أسفلها، في عمق التربة. تنمو التربة أيضًا بشكل أنعم من الجبال إلى الساحل، باستثناء آخر منطقة ساحلية تتكون من رواسب بحرية رملية.[84] وبالتالي، من المرجح أن تكون المنطقة الأكثر عرضة لخطر تسرب المياه الجوفية من الجريان السطحي هي التيار الأولي الذي يمر عبر الحقول الزراعية الأقرب إلى الجبال وخارج الوديان الرئيسية. لذلك، من المرجح أن تتأثر المياه الجوفية في طبقات التربة العميقة، المكونة من الحصى والحجارة، عندما تمر المياه الملوثة عبر طبقة اللوس الأولية.

الشكل 6

المنطقة الواقعة ضمن نطاق 100 متر من مجرى السيل المحتمل تلوثه

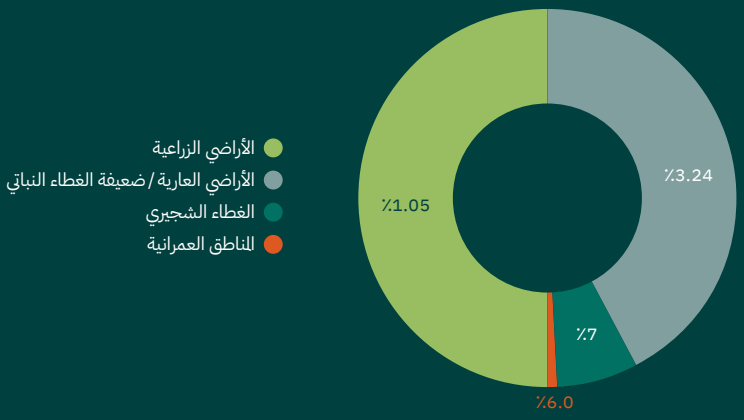
تم تحديدها باستخدام خوارزمية تراكم الجريان لمسافة تصل إلى نحو 15 كيلومترًا باتجاه المصب، استنادًا إلى نموذج الارتفاع الرقمي

البيانات: نموذج كوبرنيكوس العالي للارتفاعات الرقمية. صور الخلفية: جوجل إيرث

الشكل 7

الغطاء الأرضي ضمن نطاق 100 متر من مجرى مائي يُحتمل تلوّثه بالقرب من عبس

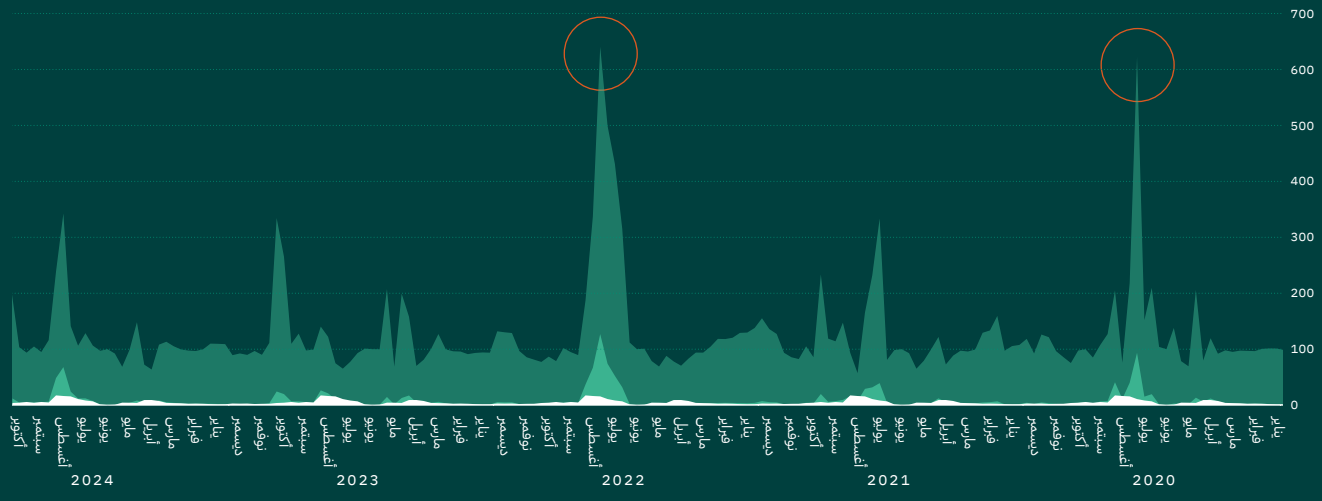
المصدر: مشروع الغطاء الأرضي العالي 2021



الشكل 8

هطول الأمطار في عبس

خلال السنوات الخمس الماضية ومتوسط الفترة من 1981 إلى 2018



المصدر: برنامج الأغذية العالمي – مؤشرات هطول الأمطار على المستوى دون الوطني

دراسة الحالة 4

إلقاء النفايات في مجرى سد صينة (تعز) ووادي حضرموت

وإلى جانب التسرّب غير المباشر لعصارة النفايات بفعل جريان المياه. ويُظهر سد صينة، الواقع في حي الشوكاني بمديرية المظفر بمحافظة تعز، بوضوحٍ عواقب إلقاء النفايات غير المنضبط بالقرب من مجاري المياه. وكانت منطقة صينة في السابق مثالًا يُحتذى به في إدارة موارد المياه المجتمعية، بفضل جمعيتها التعاونية التي تعمل على توفير المياه والكهرباء من خلال آبار موزعة استراتيجيًا.[85] وفي عام 2004، افتُتح سد صينة للتخفيف من خطر الفيضانات في المنطقة. ومع ذلك، منذ اندلاع الحرب، تحوّل من حاجز وقائي إلى مكب للنفايات، مما يشكّل تهديدًا محتملًا لصحة السكان.[86]

صُمّم السد لاحتجاز مياه الفيضانات والركام، مثل الصخور، إلا أنه تحوّل إلى موقع مفتوح يسهل الوصول إليه، يلجأ إليه السكان لإلقاء النفايات في ظل ضعف البنية التحتية لإدارة النفايات. وإلى جانب النفايات المنزلية، أفاد أحد سكان منطقة المظفر بوجود متفجرات وحتى جثث تُلقى في سد صينة. كما توجد عدة آبار لجمع مياه الأمطار بالقرب من السد، مما يُشكل خطرًا محتملًا لتلوث المياه الجوفية، إذ شكّلت النفايات والرواسب ومياه الأمطار ومياه الصرف الصحي المتراكمة في السد بيئة ملائمة لتكاثر البعوض ونمو البكتيريا. وقد أطلق عليه السكان المحليون اسم "سد الموت".[87]

نظراً لآثاره الصحية الخطيرة المحتملة، يُشكل إلقاء النفايات مباشرةً في السد مصدر خلاف، يُعدّ إلقاء النفايات مباشرة في السد مصدرًا للتوتر، إذ أدى إلى نشوء خلافات بين السكان المحليين، وكذلك مع سكان مناطق أخرى وُجّهت إليهم اتهامات بنقل النفايات إلى الموقع. ورغم عدم تسجيل أي مواجهات عنيفة مرتبطة بهذا النزاع، إلا أنه يُنظر إليه بوصفه عاملًا يُقوّض التماسك الاجتماعي ويضعف الثقة داخل المجتمع المحلي. وعلى المدى البعيد، قد تترتب على وضع سد صِينة تداعيات أوسع، لا سيما وأن تخزين المياه وتوفيرها يمثلان تحديًا رئيسيًا على مستوى مديرية المظفّر ومحافظة تعز ككل.[88]

من المواقع الأخرى التي عانت من إلقاء النفايات بالقرب من مجرى الوادي و ومباشرةً فيه، وادي **حضرموت** وروافده. تكشف صور الأقمار الصناعية عالية الدقة عن وجود العديد من مكبات النفايات العشوائية، تتراوح بين مجموعات صغيرة من أكوام النفايات وتراكمات أكبر تعادل في حجمها ملاعب كرة قدم. تقع أكبر مكبات النفايات شمال شرق مدينة سيئون، أكبر مدن الوادي، حيث تبعت عدة مكبات عشوائية بعضها البعض، وتغطي أقدمها الآن حقول زراعية ← **الشكل 9**. كما توجد العديد من مكبات النفايات الأصغر الأخرى على طول الوادي، على سبيل المثال، بالقرب من مدن شبام والغرفة وتريم ← **الشكلان 10 و 11**.

تتراكم النفايات ومياه الصرف الصحي ومياه الأمطار في سد صينة، بالقرب من المنازل السكنية. © رندا العبسي

الشكل 9 **تم تحويل مساحة المكب إلى أراض زراعية بين عامي 2017 و2024**

مكب نفايات على حافة وادي حضرموت بالقرب من سيئون في يونيو 2017

نفس المنطقة في أبريل 2024

مصدر الصور: جوجل إيرث، إيرباص الموقع: 15.9827° شمالا، 48.8133° شرقا

الشكل 10 **مكب نفايات في وسط وادي حضرموت بالقرب من سيئون**

عند 15.9764° شمالا، 48.8051 شرقا

مكب نفايات على حافة الوادي

عند 15.9795° شمالا، 48.8096° شرقا

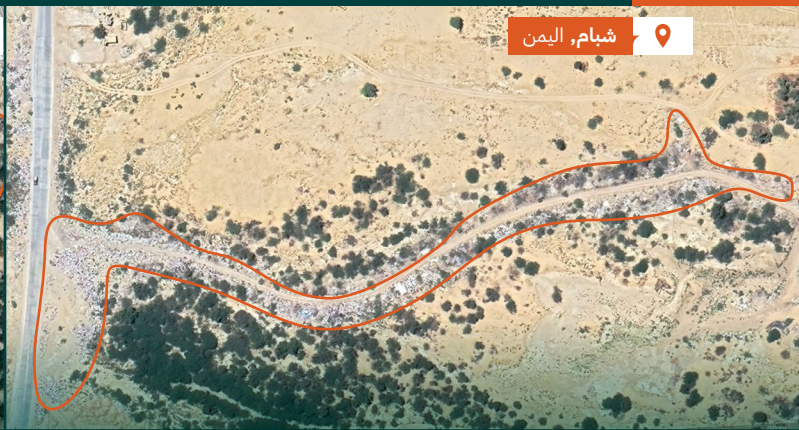
كلا الصورتين من أبريل 2024، جوجل إيرث، ايرباص

الشكل 11 **نفايات على طول مسار بجانب رافد وادي حضرموت بالقرب من شبام**

يونيو 2023، عند 15.9085° شمالا، 48.6461° شرقا

مكب نفايات صغير بجوار وادي حضرموت بالقرب من تريم

مارس 2024، عند 16.0586° شمالا، 49.0320° شرقا



الصور: جوجل إيرث، ايرباص

2.3 تدهور الأراضي والتنوع البيولوجي والنظم البيئية المحمية

يشكّل التخلص العشوائي من النفايات وتلوّث التربة مخاطر جسيمة على التنوع البيولوجي، وهو ما حذّر منه الباحثون والمنظمات الدولية منذ فترة طويلة.[89] قد يؤدي توسع مكبات النفايات إلى فقدان الموائل واستنزاف النباتات والحيوانات، في حين أن تسرب السموم وانتشارها في مصادر المياه والتربة القريبة قد يؤثر على صحة الأصناف المحيطة.[90] ومع استنزاف قدرات السلطات المحلية في اليمن بشكل كبير بسبب الحرب، لم تكن هناك تدابير كافية للحماية والاهتمام لمنع توسع مكبات النفايات أو مواقع التخلص منها بالقرب من المحميات الطبيعية أو مناطق التنوع البيولوجي المهمة. تستكشف دراسات الحالة التالية مدى وعواقب التخلص غير المنظم من النفايات في المناطق ذات الصلة بالتنوع البيولوجي اليمني.

دراسة الحالة 5 التخلص من النفايات في محمية الحسوة الطبيعية (عدن)

تقع **محميّة الحسوة الطبيعية في** عدن، وهي من المناطق الخصبة القليلة في اليمن. وُصفت المحمية بأنها نظام بيئي للأراضي الرطبة، تُمثل موقع تكاثر لأكثر من 100 نوع من الطيور المهاجرة. تغطي هذه الأراضي الرطبة المحمية 19 هكتارًا، وهي لا تحافظ على التنوع البيولوجي فحسب، بل تُقدم أيضًا فوائد اجتماعية واقتصادية إيجابية، إذ تُعزز سبل العيش المحلية، وتوفر فرص عمل في مجالات إدارة الموارد الطبيعية والزراعة واستعادة النظم البيئية والمشاريع الصغيرة، حيث بلغت إيرادات سبل العيش الصديقة للبيئة حوالي 96,000 دولار أمريكي. في عام 2014، فازت المحمية بجائزة خط الاستواء تقديرًا للجهود المجتمعية الكبيرة للحد من الفقر من خلال الحفاظ على التنوع البيولوجي والاستخدام المستدام.[91] ومع ذلك، فقد تركت الحرب وما نتج عنها من إهمال للمحميّة الطبيعية آثارها. فبعد أن كانت مثالًا بارزًا على الإدارة المجتمعية، حيث أُعيد توجيه مياه الصرف الصحي المعالجة إلى الأراضي الرطبة والمزارع المحلية، أصبح الموقع اليوم أشبه بمكب نفايات.[92] وقد أدى تراكم النفايات ومياه الصرف الصحي في المنطقة إلى تدهور كبير في المحمية، وهو ما أكدته تحليلات الاستشعار عن بُعد.

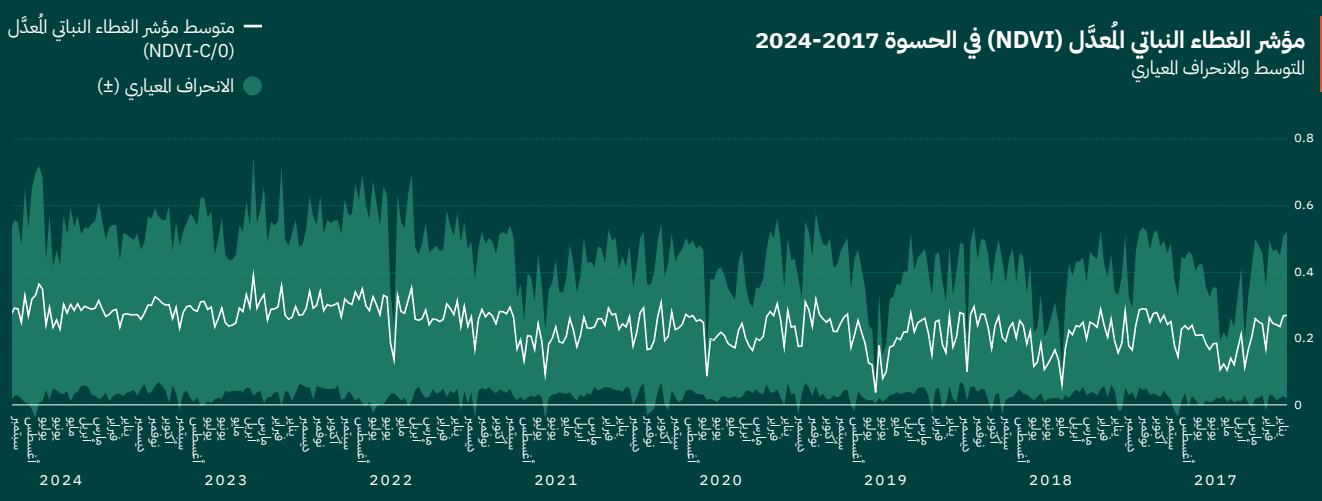
في حين أن صور الأقمار الصناعية لعام 2014 تُظهر بالفعل بعض الميزات المذهلة، مثل قرب المنطقة من موقع معالجة مياه الصرف الصحي إلى الشمال، لم تكن هناك أي علامات على رمي النفايات أو تواجد شاحنات النفايات في ذلك الوقت. على مر السنين، استمرت المنطقة المحيطة في التطور مع توسع الأحياء السكنية والصناعية في شمال وغرب المحمية الطبيعية. من أبريل / نيسان 2016 فصاعدًا، يمكن تحديد إلقاء النفايات في المنطقة من الصور. بحلول عام 2016، كان ما يقرب من هكتار واحد من الأرض مغطى بالفعل بالنفايات، مع توقع التوسع ليصل إلى سبع هكتارات بحلول عام 2024، بما في ذلك النفايات التي يتم التخلص منها على جوانب الطرق المؤدية إلى مكب النفايات غير الرسمي ← **الشكل 12** . في حين أنه لا يمكن تحديد أي تأثير ملحوظ على صحة النباتات في المنطقة من صور الأقمار الصناعية، فإن هذا التطور يثير مخاوف بشأن آثاره من الناحيتين البيئية وفيما يتعلق بسبل العيش المحلية التي تعتمد على المحمية، مع الإبلاغ عن فقدان سبل العيش المتعلقة بالسياحة البيئية والممارسات الصديقة للبيئة.[93]

الشكل 12 **صور لمحمية الحسوة الطبيعية بين أبريل 2014 وأبريل 2023**
تظهر زيادة كبيرة في المساحة التي تغطيها النفايات الصلبة

المصادر: الصور 2014 و 2016 من Maxar Technologies، والصور 2023 من Airbus و Maxar Technologies، التي يمكن الوصول إليها من خلال جوجل ايرث برو

PAX EUROPEAN INSTITUTE OF PEACE

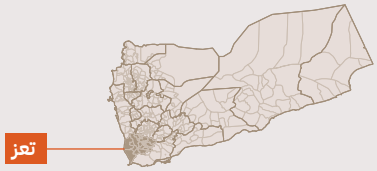
الشكل 13 **مؤشر الغطاء النباتي المُعدَّل (NDVI) في الحسوة 2017-2024**
المتوسط والانحراف المعياري



مؤشر الغطاء النباتي NDVI استنادا إلى Sentinel 2 L2A، يمكن الوصول إليه من خلال متصفح EO. الموقع: 12° 49'50.25" شمال، 44° 57'25.57" شرق.

دراسة الحالة 6

حدائق الصالح (تعز) التحوّل من حديقة إلى مكب نفايات



مثال آخر على تأثير أزمة النفايات الصلبة في اليمن على المساحات الخضراء هو حدائق الصالح في محافظة تعز. أدى حصار الحوثيين لتعز مطلع عام 2015 إلى إغلاق الطرق الرئيسية، بما في ذلك مفرق شرعب، موقع مكب النفايات الرئيسي في تعز، مما أدى إلى توقف نقل النفايات إلى الموقع. في غياب موقع بديل للتخلص من النفايات، بدأت مؤسسات إدارة النفايات المحلية بنقل النفايات إلى حدائق الصالح، الواقعة على تلة قرب وادي الضباب في مديرية التعزيّة، بالقرب من المنازل والأراضي الزراعية. وما كان يُقصد به في البداية أن يكون حلاً مؤقتًا، استمر منذ ذلك الحين. في عام 2017، أُعلن الموقع مكبًا رسميًا للنفايات في المحافظة.[94]

توثق عدة تقارير تراكم النفايات في مكب الصالح، بما في ذلك النفايات الخطرة والطبية، وعواقب ذلك على السكان. فإلى جانب خطر العدوى بالبكتيريا والفيروسات، يُشكل حرق النفايات المتراكمة في حدائق الصالح والحرائق التلقائية الناجمة عن النفايات المحملة بالمواد الكيميائية مخاطر صحية كبيرة على المجتمعات المحيطة، حيث أفاد العديد من السكان بحالات مرضية مثل الربو والحساسية.[95] وعلاوة على ذلك، يثير قرب الموقع من الحقول الزراعية وآبار المياه مخاوف بشأن تسرّب عصارة النفايات واحتمال تلوّث المياه المستخدمة للشرب والأغراض المنزلية. في عام 2021 وجد تقييم لعينات المياه من آبار المياه في المنطقة، بتكليف من الهيئة العامة للبيئة، تلوث تسع ابار من اصل 26.[96] وعقب تلقي شكاوى من المجتمع، بدأ الفرع المحلي للهيئة العامة للبيئة، بالتنسيق مع صندوق النظافة والتحسين، التخطيط لاحتواء تسرب المياه وحتى نقل المكب، على الرغم من استمرار وجود قيود كبيرة على التمويل والمعدات.[97]

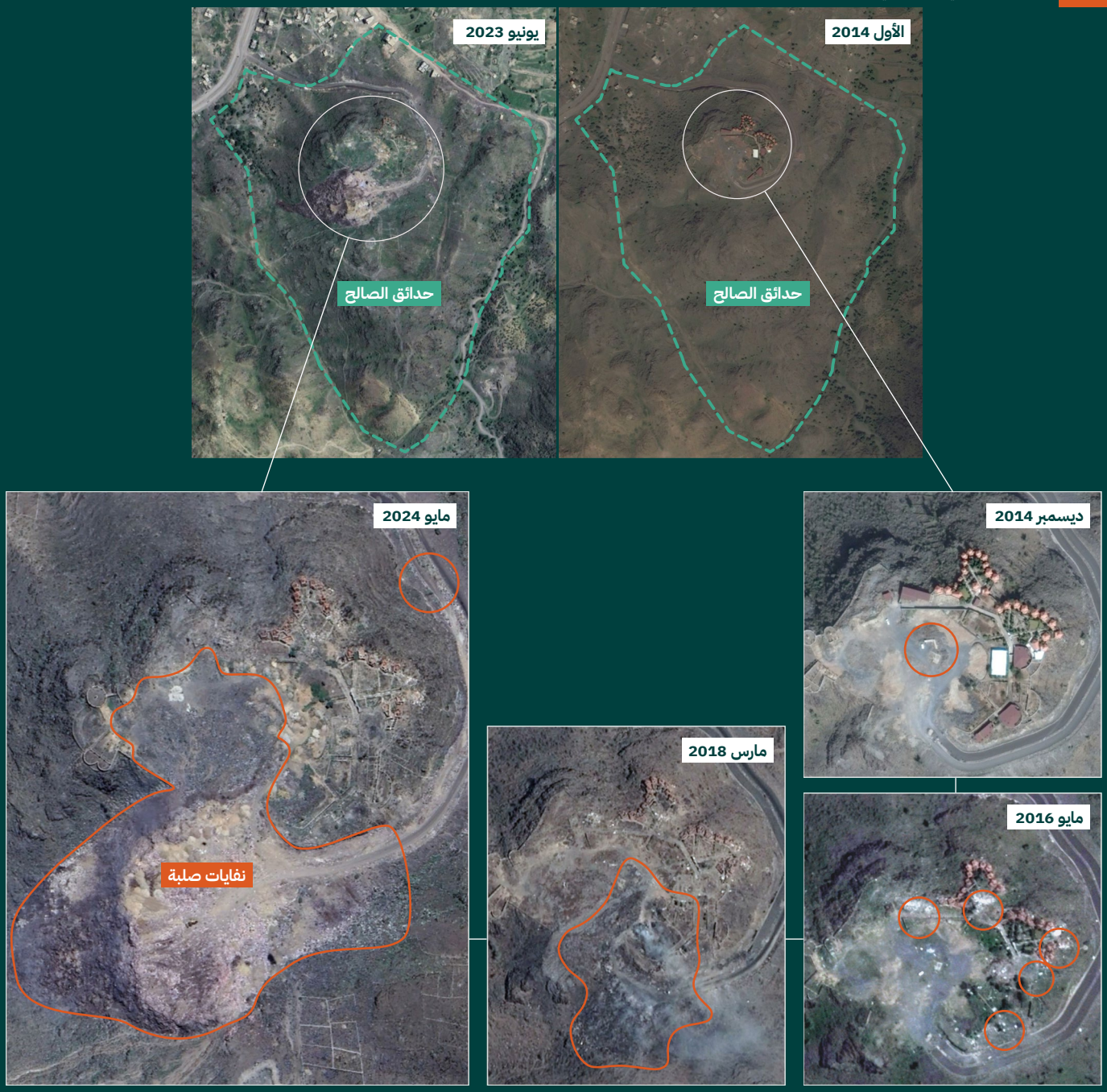
تؤكد مراجعة صور الأقمار الصناعية هذه المشكلة، مما يشير إلى انخفاض حاد في المساحات الزراعية والتنوع البيولوجي في المنطقة. يوضح الشكل 1 الفرق في الغطاء الأخضر بين عام 2014 - قبل وجود مكب النفايات - وعام 2024. في أكتوبر 2014، لم يكن من الممكن اكتشاف سوى عدد قليل من المباني والسيارات والجدران أعلى تل الصالح، محاطًا بمساحات خضراء مورقة على جوانب التل. في ديسمبر/كانون الأول 2015، أمكن تحديد العلامات الأولى لتراكم النفايات وحطام البناء في صور الأقمار الصناعية، بينما اختفت العديد من المباني في الموقع. منذ أوائل عام 2017 فصاعدًا، كانت هناك زيادة واضحة وثابتة في النفايات الصلبة. يشير الدخان فوق المنطقة، كما هو واضح في الصور، إلى حرق منتظم للنفايات. بحلول عام 2024، توسع موقع النفايات إلى 3.15 هكتارًا، مع تراكم نفايات إضافية على جوانب طريق الوصول المؤدي إلى قمة التل. تشير مؤشرات صحة الغطاء النباتي المعتمدة على الأقمار الصناعية إلى انخفاض طفيف فقط في صحة الغطاء النباتي على سفوح التلال. ومع ذلك، ونظرًا لأهمية المساحات الخضراء عالية الجودة بالقرب من المراكز الحضرية مثل تعز، والتي توفر خدمات أساسية للنظام البيئي، مثل الهواء النقي وتبريد المناطق الحضرية والترفيه، فمن الضروري إجراء دراسة أعمق لكيفية تأثير تراكم النفايات في حدائق الصالح على التنوع البيولوجي المحلي وصحة النظام البيئي.

ماشية في مكب النفايات في حدائق الصالح في تعز. © نزيه محمد، المعهد الاوروبي للسلام

الشكل 14

صور لحدائق الصالح بين أكتوبر الأول 2014 ومايو 2024،

تظهر زيادة كبيرة في المساحة التي تغطيها النفايات الصلبة وحرائق مكبات النفايات العادية.



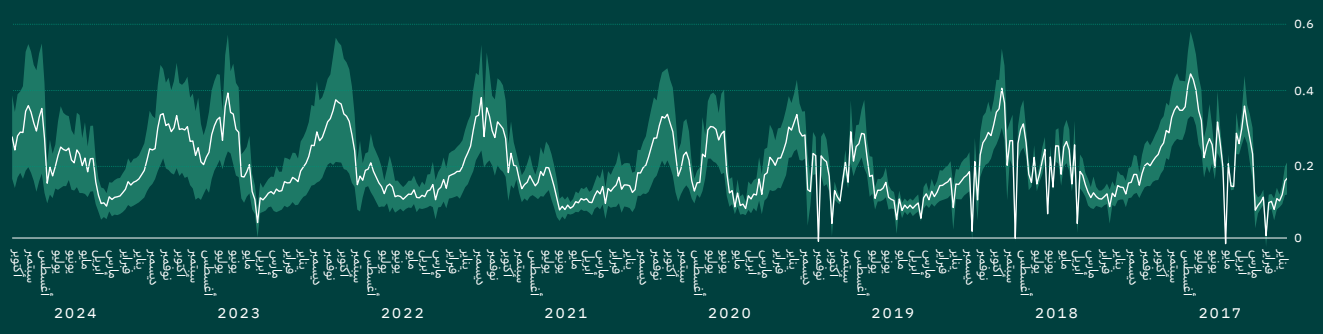
المصادر: الصور 2024 و2023 بواسطة Airbus، و2018 بواسطة Airbus/CNES، و2016 و2014 بواسطة Maxar Technologies، تم الوصول إليها من خلال غوغل إيرث النسخة الاحترافية

PAX EUROPEAN INSTITUTE OF PEACE

الشكل 15

مؤشر الغطاء النباتي المُعدَّل (NDVI) في الصالح 2017-2024

المتوسط والانحراف المعياري



مؤشر الغطاء النباتي NDVI استنادا إلى Sentinel 2 L2A، يمكن الوصول إليه من خلال متصفح EO. الموقع: 56° 43'56.01" شرق، 43° 13'2.95" شمال.

2.4 التلوث كمصدر للخلاف

توضح الحالات المذكورة أعلاه الطابع متعدّد الأبعاد لأزمة النفايات في اليمن، وما يترتب عليها من تداعيات خطيرة تطال صحة السكان ورفاههم، والاستجابة الإنسانية، وسبل العيش، والتنمية الاجتماعية والاقتصادية، فضلًا عن النظم البيئية. تُشكل البيئات الصحية والمرنة - بما في ذلك الوصول إلى الموارد الأساسية بكمية ونوعية كافيتين - حقًا أساسيًا من حقوق الإنسان،[98] وبالتالي فهي عنصر أساسي لتحقيق السلام والأمن الدائمين.[99] وعندما تتعرض صحة هذه الأنظمة ووظائفها للخطر، بالتزامن مع تصاعد المخاوف الإنسانية المرتبطة بالأمن الغذائي وتوفير المياه والصحة، يُصبح الاستقرار الاجتماعي عرضة للخطر. وفي سياق الصراع الوطني، من المرجح أن تنشأ صراعات محلية إضافية عندما لا يتم تقديم الخدمات الأساسية وتظل المظالم دون معالجة، مما يُضعف الثقة في المؤسسات العامة.

وتبرز أهمية ذلك في سياقات مثل اليمن، حيث تعتمد غالبية القوى العاملة على دخلها من الزراعة وسبل العيش الأخرى المعتمدة على الطبيعة كالرعي وصيد الأسماك وتربية النحل.[100] وقد أظهرت أمثلة عديدة من التاريخ الحديث، بما في ذلك الربيع العربي عام 2011، أن سبل العيش غير المستقرة والبطالة والركود الاقتصادي يمكن أن تساهم في تأجيج السّخط العام، وربما تؤدي الى تصاعد التوترات والصراعات. وليس من المستغرب أن تنشأ التوترات والنزاعات المجتمعية عندما يؤثر التلوث على المصدر الرئيسي لدخل الأسر وقدرتها على تلبية الاحتياجات الأساسية. وفي هذا السياق، فإن أزمة النفايات في اليمن تهدد موارد الأرض والمياه، كما يتضح ذلك بوضوح في حالة محمية الحسوة في عدن وتلوث المياه على نطاق واسع من حضرموت إلى ذمار.

شهد اليمن موجات متكررة من الاحتجاجات والاضطرابات بسبب الوضع الإنساني المتردي، ونقص الخدمات الأساسية، والثغرات في الحكم المحلي.[101] ولم تكن عواقب التلوث غير المُعالج استثناءً، إذ شهدت مديرية حريب بمحافظة مأرب في عام 2017 حالة من الاستياء الشعبي نتيجة تراكم النفايات الطبية وحرقها، مما دفع السكان إلى إطلاق حملة إعلامية لإثارة الرأي العام.[102] وفي حالات أخرى، سعى السكان إلى الحصول على مساعدة من السلطات المسؤولة لحل المشكلات المتعلقة بتراكم النفايات الصلبة أو مياه الصرف الصحي في مناطقهم.[103] ومع ذلك، غالبًا لا يتم التوصل إلى حلول دائمة للشكاوى مع استمرار التحديات في إدارة أزمة النفايات في اليمن. هذه الأحداث، حتى عندما لا تؤدي إلى اندلاع العنف، هي مؤشر على استياء عام وانعدام الثقة في المؤسسات القائمة لمعالجة القضايا المثارة.

في ظل هذه الظروف، يمكن أن تُصبح الضغوطات البيئية، مثل تراكم النفايات الصلبة أو تسرب عصارتها، مصدرًا للخلاف. ويبرز التلوث الناتج عن النفايات الصلبة وغيرها كأحد العوامل البيئية المُسببة للصراع، حيث أشار أكثر من 20٪ من المشاركين في مشاورات صنع السلام البيئي التي أجراها المعهد الأوروبي للسلام، إلى بعض أشكال التلوث بوصفها مصدرًا مباشرًا للتوتر أو عاملًا يسهم في تفاقمه داخل مناطقهم، وخاصةً في المناطق الحضرية مثل صنعاء وإب وعدن وتعز.[104] وكما أفاد أحد المشاركين في المقابلات من حضرموت:

> "يتخلص بعض الناس من النفايات في المناطق غير المطورة، مما يؤثر سلبًا على المنازل المجاورة. وهذا غالبًا ما يؤدي إلى صراعات بين أصحاب المنازل ومُلقي النفايات." [105]
>
> مقابلة مع أحد سكان حضرموت

أظهر مسحٌ للنزاعات البيئية أجراه المعهد الأوروبي للسلام في ديسمبر/كانون الأول 2023 في تسع محافظات، حالاتٍ عديدة من التوترات المجتمعية والنزاعات المحلية حول التخلص غير السليم من النفايات ومياه الصرف الصحي أو معالجتها. على سبيل المثال، في مديرية ذو باب بتعز، أفاد سكان محليون بوقوع اشتباكات بين صاحب مصنع بلاط وأفراد متهمين بإلقاء النفايات في خزان مياه فارغ كان يستخدمه المصنع سابقًا.[106] وفي بعض المناطق، مثل التعزية بتعز، أدى السخط من تراكم مياه الصرف الصحي إلى اشتباكات مع السلطات المحلية.[107] وشهد حي ثعبات بتعز اشتباكات متكررة بين مالكي الأراضي وأفراد المجتمع المحلي بسبب تدهور المدرجات الزراعية بسبب إلقاء النفايات على الأراضي الزراعية.[108] وأشار أحد المشاركين في حلقة نقاش جماعية في إب إلى وقوع جريمة قتل في السدة بسبب إلقاء طفل نفايات أمام منزل جاره، مما تسبب في مواجهات مع والد الطفل أدت في النهاية إلى قتل أحدهما الآخر.[109] ويفيد أحد سكان الشمايتين بتعز بحالة أخرى.

إن تجاهل التلوث بوصفه أحد العوامل البيئية التي قد تسهم في نشوء النزاعات وتقوّض التماسك الاجتماعي، إلى جانب عدم تبنّي مقاربات لحل النزاعات والمصالحة تراعي هذه المخاطر، من شأنه أن يعيق جهود السلام، إذ يُغفل أبعادًا جوهرية في ديناميكيات النزاع. وعلى المدى الطويل، قد يؤدي إغفال المخاطر البيئية في عمليات السلام إلى تقويض استدامة أي نجاحات محتملة تؤدي الى سلام واستقرار، نظرًا لاستمرار العوامل المؤثرة سلباً على رفاه المجتمعات المحلية دون معالجة.

> "اشترت السلطة المحلية في التربة موقعًا لمكب نفايات داخل المدينة. ولكن نظرًا للنمو السكاني السريع والتوسع العمراني، انتهى المطاف بالمكب في وسط المدينة، مما جعله غير صالح للتخلص من النفايات. ونتيجةً لذلك، بدأت السلطة المحلية البحث عن موقع جديد خارج المدينة، بعيدًا عن المناطق السكنية. حُددت قطعة أرض في منطقة العزاعز، وتم الاتفاق مع أصحابها على شرائها. وعندما بدأت السلطة المحلية بتنظيف الموقع بالجرافة، تدخل شيوخ المنطقة والمواطنون، مما حال دون استمرار العمل، بل وحاصرت قوات الأمن المكان. بعد ذلك، بحثت السلطة المحلية عن موقع بديل، ووجدت موقعًا في منطقة السمسرة، دَبَع الخَارِج، بعيدًا عن المناطق المأهولة بالسكان. تم ارسال فريق هندسي لتقييم الأثر البيئي، واعتُبر الموقع مناسبًا لمكب نفايات. وتم الاتفاق مع أصحاب الأرض على شرائه. ثم باشرت السلطة نقل النفايات المتراكمة من المكب المؤقت في التربة إلى المكب الجديد في موقع دَبَع. إلا أن السكان المحليين عارضوا بشدة هذه الخطوة، وتجمّعوا مسلحين لمنع نقل النفايات. تدخلت قوات الأمن، مما أدى إلى اشتباكات مع السكان المسلحين، وفي النهاية تم إيقاف النقل."[110]
>
> أحد سكان منطقة الشامتين في تعز

جامع قمامة يمشي عبر مكب نفايات في المكلا، حضرموت. © نزيه محمد، المعهد الأوروبي للسلام

في سياقٍ تُكافح فيه السلطات المحلية الوفاء بالتزاماتها في تقديم الخدمات، **يُمكن للمبادرات المجتمعية أن تُسهم بدورٍ هام في تحسين إدارة النفايات.** ففي صنعاء، على سبيل المثال، أطلقت المجتمعات المحلية والشركات التجارية برنامجًا لإعادة التدوير لتحويل الحاويات البلاستيكية المُستعملة إلى أنابيب مياه تُستخدم في الري.[111] وفي مدينة السدة بمحافظة إب، تعاون ناشطون مع لجنة مكافحة التلوث البيئي المحلية للحفاظ على نظافة الأماكن العامة وتغريم المُخالفين.[112] وفي حضرموت، أطلقت منظمة تُعنى بحقوق المرأة حملةً لتحديد ومعالجة الأضرار الناجمة عن التلوث النفطي، وربط المجتمعات المتضررة بالجهات الخارجية ورفع دعوى قضائية.[113] تُمهد هذه المبادرات الطريق نحو نهجٍ مُحسّن لإدارة النفايات يعتمد على أولويات المجتمعات ومواردها.

فرص المصالحة والإغاثة من خلال دمج إدارة النفايات مع بناء السلام

إن الحالات التي تمت مناقشتها في هذا التقرير هي أمثلة على الخسائر التي ألحقها الصراع المطوّل في اليمن بالبيئة. وقد حدد هذا التقييم أوجه القصور في أنظمة إدارة النفايات الصلبة الحالية في اليمن وعواقبها الضارة على الصحة العامة وسبل العيش والأمن الإنساني. وقد ثبت أن الفشل في معالجة المظالم المتعلقة بهذه القضايا يعيق سبل المصالحة، بسبب ترك التوترات والنزاعات المحلية دون معالجة. إن النهج السائد القائم على إعطاء الأولوية لاستجابات الإغاثة الفورية بدلًا من البرامج طويلة الأمد، إلى جانب اعتماد مقاربات مجزّأة ضمن الترابط بين العمل الإنساني والتنمية والسلام، لا يوفّر استجابات كافية للمخاطر البيئية والصراعات المتداخلة في اليمن.

حرق أكوام من النفايات في مكب نفايات في حضرموت.
© نزيه محمد، المعهد الأوروبي للسلام

يحتاج صنّاع السياسات والخبراء الذين يسعون إلى المساهمة في حل النزاعات والمصالحة في اليمن إلى الاستثمار في نُهج جديدة وشاملة ومتكاملة يمكن أن تسهم في تعزيز التماسك الاجتماعي واستعادة النظم البيئية وجودة الموارد الطبيعية مثل الأرض والمياه، كعناصر أساسية للسلام المستدام.

إن اتباع نهج شامل ومتكامل لتعزيز السلام الدائم والأمن الإنساني في اليمن يأخذ في الاعتبار الترابط بين آثار الصراع والقرارات السياسية والعوامل البيئية، يُتيح فرصًا لمواجهة التحديات متعددة الأبعاد، إلى جانب بناء الثقة وتعزيز المرونة المجتمعية. ويمكن للجهود الجادة والشاملة لسد الثغرات في إدارة النفايات أن تشكّل إحدى ركائز هذا النهج، إذ تُتيح سُبلًا لتعزيز قدرة المجتمع على الصمود في مواجهة المخاطر البيئية ومخاطر الصراع التي تُقوّض جهود السلام وتُفاقم انعدام الأمن. يستعرض هذا الفصل مسارات ممكنة تُظهر كيف يمكن للتحسينات في إدارة النفايات والحوكمة البيئية أن تسهم في بناء الثقة، والوقاية من النزاعات، ودعم جهود المصالحة.

المدخل الأول | تعزيز التعاون والتماسك الاجتماعي

تشمل إدارة النفايات الصلبة في اليمن مجموعةً من المؤسسات والجهات الحكومية، من المستوى المحلي إلى الوطني، بالإضافة إلى جهات فاعلة أخرى كالقطاع الخاص والمجتمع المدني. وحيثما تتعاون هذه الجهات المعنية المختلفة وتنسق فيما بينها بشكل أكثر تكاملاً، على سبيل المثال، في تحديد الاحتياجات وإنشاء البيانات ومشاركتها ومبادرات إعادة التدوير أو التسميد أو المشاركة المجتمعية، يُمكن تحسين خدمات إدارة النفايات، مع تعزيز العلاقات بين هذه الجهات من خلال الحوار الشامل واتخاذ القرارات أو تنفيذها بشكل مشترك.

يوفر هذا أيضًا فرصًا لإشراك المجتمعات المتضررة من تراكم النفايات أو المياه المتسربة في أحيائهم، أو حتى فقدان سبل العيش بسبب التلوث. يمكن للمجتمعات المشاركة في مبادرات إدارة النفايات من خلال تنظيم فعاليات التنظيف، وتشجيع فرز النفايات على مستوى الأسرة ودعم برامج إعادة التدوير والتسميد المحلية أو من خلال التوعية. يمكن لأفراد المجتمع، بمن فيهم الفئات التي لا تحظى عادةً بتمثيل كافٍ في عمليات صنع القرار وصنع السياسات، مثل النساء أو الشباب، قيادة أنشطة معالجة التلوث. يوفر هذا مساحة للمجتمعات للمشاركة وتولي أدوار قيادية داخل أحيائهم أو مديرياتهم، مما يساهم في تعزيز التماسك الاجتماعي وتحسين البيئة وتعزيز قدرة المجتمع على الصمود. على سبيل المثال، في تعز، تقود النساء الوساطة المحلية وتحسين التخطيط لخدمات الصرف الصحي، بإشراك السلطات المعنية.[114] في صنعاء، ابتكرت ناشطة شابة استخدام الطوب البلاستيكي في البناء لتوليد قيمة من الزجاجات البلاستيكية التي تم إعادة تدويرها.[115]

عندما تدعم السلطات العامة، مثل صناديق النظافة والتحسين أو وزارة الإدارة المحلية، هذا النوع من التفاعل، فإن ذلك يُسهم في تعزيز العلاقة بينها وبين المجتمعات المحلية. ويمكن للمؤسسات الحكومية دعم الجهود المجتمعية من خلال الاستثمار في البنية التحتية وتوفير القدرات المالية واللوجستية للمبادرات المجتمعية أو إشراك المجتمعات في عمليات صنع القرار المتعلقة بإدارة النفايات الصلبة، مثل تحديد الرسوم أو رصد المخالفات. ومن شأن ذلك أن يُعزز الثقة في المؤسسات العامة المعنية بإدارة النفايات، مما يُضفي بدوره شرعية على سلطتها. وعلى هذا الأساس، **يمكن لاتباع نهج يراعي الصراعات في إدارة النفايات أن يعزز الإشراك المجتمعي ويحظى بدعم شعبي، باعتباره ركيزة أساسية لسلام بيئي مستدام.**

المدخل الثاني | تحسين الحوكمة وتعزيز الثقة من خلال التعاون التقني

تُتيح المواضيع التقنية، مثل إدارة النفايات، فرصًا للسلطات المحلية والوطنية لتعزيز دورها وشرعيتها في مجال الحوكمة. كما يمكن تطوير السياسات والهياكل المؤسسية القائمة لإدارة النفايات الصلبة بما يعكس الوضع الراهن لاحتياجات إنتاج وجمع النفايات، مع تحقيق عوائد اقتصادية وعوائد حوكمة أخرى. ويسهم ذلك في تمكين الجهات القائمة من أداء دورها بفعالية أكبر في إدارة النفايات الصلبة، وتقديم الخدمات الأساسية للسكان ضمن نطاقها، بما يعزّز ثقة الجمهور في قدرتها على معالجة التحديات القائمة. وفي ضوء التباينات الواضحة بين المناطق من حيث القدرات والاحتياجات والبيانات المتاحة، تبرز فرص لتبادل المعرفة وبناء القدرات والتعلم المشترك بين مختلف المحافظات أو المناطق أو المدن. وقد يُسهم ذلك في تعزيز التنسيق والتعاون عبر مختلف المناطق الجغرافية، وربما حتى بين مختلف الجهات السياسية الفاعلة، خاصة في الحالات التي تنتقل فيها آثار التلوث، على سبيل المثال، عبر المعالم الجغرافية العابرة للحدود مثل الجداول أو الأودية، حيث قد يكون للتلوث في المنبع آثار سلبية على الأراضي الواقعة في المصب.

على المستوى السياسي الأعلى، حيث تعثرت مفاوضات السلام مرارًا وتكرارًا، يُعد تحديد الموضوعات ذات الاهتمام المشترك أو التي تنطوي على منافع مشتركة عنصرًا أساسيا في دفع الحوار. وفي هذا الإطار، يمكن أن يُسهم تحسين إدارة النفايات، بما يحمله من قيمة واضحة وموضوعيّة لحماية البيئة، في تحقيق قدر من الابتعاد عن الأجندات السياسية. وبوصفها مجالًات ذا طابع تقني، تتيح إدارة النفايات أرضية للنقاش حول حلول عملية، مثل تطوير تقنيات إعادة التدوير، ومعالجة مياه الصرف الصحي، وأنظمة تحويل النفايات إلى طاقة، إضافةً إلى تعزيز جوانب الرصد البيئي، كاختبار جودة الهواء والمياه. ويمكن توظيف هذه المجالات التقنية كمدخل للحوار والتعاون بين الجهات الفاعلة، حتى في ظل تباين مصالحها السياسية، إذ قد تتقاطع هذه الجهات حول الحاجة إلى الحدّ من التلوث والاستفادة من الفرص الاجتماعية والاقتصادية المرتبطة بذلك. وفي هذا السياق، يمكن للحوار والتعاون، إلى جانب تعزيز التنسيق وتبادل البيانات في القضايا الفنية مثل إدارة النفايات، أن يشكّل أداة فعّالة لتعزيز التماسك وبناء الثقة بين مختلف المؤسسات والأطراف.

المدخل الثالث | تعزيز سبل العيش وإتاحة الفرص الاقتصادية

لقدأكدت الكثير أدبيات وممارسات بناء السلام على الدور المهم الذي تلعبه سبل العيش في بناء السلام الإيجابي والحفاظ عليه.[116] إن إدارة النفايات، بالإضافة إلى معالجة أزمة التلوث، توفر **فرصا لبناء القدرة على الصمود بخلق فرص العمل، وتنويع سبل العيش، وتعزيز الاقتصاد المحلي للسلطات العامة وللأسر.** على سبيل المثال، يمكن توظيف المجموعات السكانية في جمع النفايات ومعالجتها وإعادة بيعها. يسهم الاستفادة من النفايات النفايات، من خلال إعادة التدوير وتحويلها تحويلها لأسمدة أو طاقة، في الحد من تراكمها، إلى جانب خلق عوائد اقتصادية للمديريات والقطاع الخاص. فضلا عن ذلك فإن منع التلوث من شأنه أيضا أن يحافظ على خصوبة التربة وجودة الوديان المائية والأحواض، وهو ما من شأنه أن يساعد في دعم القطاع الزراعي.

يمكن لتعزيز التعاون بين الجهات الفاعلة في القطاعين العام والخاص في هذا المجال أن يسهم في تنظيم قطاع النفايات غير الرسمي، وذلك من خلال توفير فرص عمل في مجالي الجمع وإعادة التدوير، بما يحسّن ظروف العمل ويعزّز الإدماج الاقتصادي للعمال والمجتمعات العاملة في هذا القطاع ضمن اطر رسمية، سواء في الشركات أو المؤسسات العامة. ونظرًا لإمكانية مركزية عمليات التخلص من النفايات ومعالجتها في مواقع محددة، يمكن توجيه الاستثمارات وتطوير البنية التحتية بشكل أكثر فاعلية وتركيزًا. وبهذا، يمكن للاستثمار في البنية التحتية لإدارة النفايات وتعزيز حوكمتها أن يسهم في دعم الاقتصاد المحلي بوصفه أحد ركائز المرونة والاستقرار، لا سيما إذا اقترن بمبادرات مجتمعية تعزّز الثقة وتحدّ من التوترات المرتبطة بندرة موارد المياه والأراضي وجودتها.

الخاتمة والتوصيات

مع دخول حرب اليمن عقدها الثاني، أصبحت العديد من مجالات الحوكمة عرضة للخطر، تاركةً مخاطر بيئية بالغة الأهمية دون معالجة. ونتيجةً لذلك، ساهمت الإدارة غير السليمة للنفايات في اليمن في تلوث بيئي واسع النطاق. إن حرق النفايات في الهواء الطلق يؤدي إلى انبعاث ملوثات ضارة، بينما يُلوث التخلص غير القانوني للنفايات التربة ومصادر المياه، مما يُشكل خطرًا على الصحة العامة والنظم البيئية وسبل العيش القائمة على الطبيعة. وقد ساهم ذلك في استياء عام وانعدام ثقة بالمؤسسات وانقطاع التواصل بين السلطات والسكان ونشوب صراعات محلية تُقوّض التماسك الاجتماعي. وقد أظهر هذا التقييم أن الإدارة الكفؤة والفعّالة للنفايات هو أمرٌ بالغ الأهمية للحد من المخاطر البيئية والإنسانية ومخاطر النزاعات الناجمة عن التلوث غير المُعالج.

تراكم النفايات الصلبة على طول ساحل عدن.
© نزيه محمد، المعهد الأوروبي للسلام

في الوقت نفسه، يجب أن تُراعي جهود السلام البُعد البيئي للصراع، بما في ذلك قضايا مثل النفايات والتلوث، لمنع تفاقم المشاكل البيئية أو العودة إليها بعد التوصل إلى اتفاق محتمل. إن اتباع نهج متكامل وشامل لتعزيز السلام الدائم والأمن الإنساني في اليمن، يتناول التلوث كعامل بيئي مُسبب للتوتر وانعدام الأمن، من شأنه أن يُتيح فرصًا لتعزيز الحوار الشامل واتخاذ القرارات التشاركية، وتعزيز شرعية المؤسسات، ودعم سبل العيش والتنوع الاقتصادي.

لقد قدم هذا التقرير رؤىً حول كيفية مساهمة نهج بناء السلام البيئي المتكامل في تعزيز القدرة على الصمود في وجه المخاطر البيئية ومخاطر الصراع المتقاطعة، والمساعدة في تمهيد الطريق نحو السلام الدائم والمصالحة. في هذا الفصل الأخير، نُقدم توصياتٍ للسلطات اليمنية، وكذلك للمانحين الدوليين والمنظمات العاملة في البلاد، للبناء على هذا التقييم والاستفادة من بعض هذه المسارات على المدى القصير والمتوسط.

معالجة الثغرات السياسية والقانونية والمؤسساتية

- **إجراء تقييم شامل لكميات ومرافق إنتاج وجمع وإعادة تدوير ومعالجة النفايات الصلبة الحالية,** وحساب الاحتياجات المالية اللازمة لسد الفجوات القائمة. ويمكن للسلطات اليمنية القيام بذلك على المستوى المحلي، أو على مستوى المحافظات، في أفضل الأحوال، من أجل تنفيذ تدخلات أكثر استهدافًا، بالتنسيق مع المنظمات الدولية القادرة على تقديم دعم مالي شامل ودعم للقدرات، مثل برنامج الأمم المتحدة الإنمائي، ومكتب تنسيق الشؤون الإنسانية أو الوكالة الألمانية للتعاون الدولي.

- **إجراء مراجعة منهجية وتحليل ثغرات التشريعات الحالية** التي تحكم إدارة النفايات الصلبة في اليمن لتحديد نقاط انطلاق لإصلاح السياسات، وبشكل خاص من أجل تحسين هياكل تحصيل الإيرادات والتمويل الحالية، وتحديث الاستراتيجية الوطنية لإدارة النفايات الصلبة بأهداف واضحة وواقعية. ويمكن تحديد الثغرات والتحديات بشكل مشترك بمشاركة مختلف المؤسسات الوطنية ودون الوطنية المعنية بالإشراف على صياغة وتنفيذ سياسات إدارة النفايات الصلبة.

- **تعزيز القدرات المؤسساتية لصناديق النظافة والتحسين،** على سبيل المثال، لتحسين رصد أنشطة التخلص غير القانوني من النفايات ومعاقبتها. ويمكن أن تقود المنظمات من خلال برامج في قطاعي العمل الإنساني والتنموي هذا الأمر بالتنسيق مع مؤسسات إدارة النفايات المحلية.

- **جمع بيانات النفايات ومراقبتها بشكل مركزي،** على سبيل المثال، من خلال إنشاء منصة مخصصة لنشر بيانات النفايات الصلبة ذات الصلة. سيُسهم هذه الأمر في تبسيط بيانات النفايات الصلبة وتقليل الغموض بشأنها، ودعم صنّاع السياسات على المستويين الوطني والمحلي، بالإضافة إلى الجهات الفاعلة والمانحة الدولية التي تسعى إلى توفير التمويل المستقبلي أو بناء القدرات أو وضع البرامج التقنية المتعلقة بالنفايات الصلبة.

التخفيف من الآثار البيئية لأزمة النفايات

توسيع نطاق البحث والتحليل بشأن الأبعاد المتعددة للتلوث في اليمن، وعواقبه الاجتماعية والبيئية، وانعكاساته على السلام والاستقرار. وتشمل هذه، على سبيل المثال، مياه الصرف الصحي أو استخدام المبيدات الحشرية أو التلوث النفطي والتي تم توثيقها مرارا وتكرارا على أنها تؤدي إلى تفاقم المشاكل الموضحة في هذا التقرير. بوسع المنظمات الدولية مثل برنامج الأمم المتحدة الإنمائي وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة، والمراكز البحثية، ومعاهد البحوث أن تقود الجهود البحثية بالتنسيق مع الجهات الفاعلة ذات الصلة في القطاعين العام والخاص والمجتمع المدني.

تعزيز مبادرات إعادة التدوير والتسميد. يُقدم إعادة التدوير فوائد بيئية واجتماعية مشتركة. على سبيل المثال، يُمكن أن يُمثل إعادة تدوير النفايات العضوية وتحويلها إلى سماد أو علف للماشية بديلاً مستداماً للأسمدة الكيماوية، ويُساعد في دعم المزارعين والرعاة. ويكتسب هذا أهمية خاصة في ضوء ارتفاع نسبة النفايات العضوية في تكوين إدارة النفايات الصلبة في اليمن. يُمكن لمنظمات التنمية المحلية والدولية التعاون مع الشركات المحلية في إطلاق مشاريع متكاملة تُدر الإيرادات من خلال إعادة التدوير.

دعم إنشاء بنية تحتية مخصصة لجمع النفايات الطبية والتخلص منها للحد من المخاطر البيئية والاجتماعية المرتبطة بالتعرض للنفايات الخطرة غير المعالجة. وقد وضعت منظمات دولية، مثل اللجنة الدولية للصليب الأحمر،[117] ومنظمة الصحة العالمية،[118] ومكتب تنسيق الشؤون الإنسانية، وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة،[119] إرشاداتٍ ذات صلة، ويمكنها تنفيذ برامج مخصصة بالتعاون مع السلطات المحلية والوطنية.

دعم وتوسيع مبادرات تحويل النفايات إلى طاقة. يوفر إنتاج الطاقة من النفايات الزراعية والعضوية فرصًا قيمة للحد من تراكم النفايات، مع توفير فوائد للشركات المحلية والأفراد الذين يعانون من انقطاعات متكررة للتيار الكهربائي. في عام ٢١٠٢، قُدِّر أن إدارة النفايات الصلبة التي تم انتاجها في صنعاء وتعز والحديدة وعدن وحدها يمكن أن تُولِّد حوالي ٦ ميجاوات من الكهرباء.[120] وقد قادت منظمات دولية، مثل برنامج الأمم المتحدة الإنمائي، مشاريع تجريبية حول تحويل النفايات إلى طاقة في اليمن، والتي يمكن أن تُقدِم دروسًا ونقاط انطلاق.[121]

دعم بناء القدرة على الصمود ومنع التّوترات الناجمة عن التلوث

تحديد هياكل ومبادرات إدارة النفايات التي يقودها المجتمع المحلي وتعزيزها، لتعزيز مسؤولية المجتمع وضمان استدامة تدابير إدارة النفايات الصلبة المقترحة من خلال هياكل التمثيل المحلي. إن إشراك المجتمعات المحلية في إدارة النفايات الصلبة التشاركية، على سبيل المثال، في تحديد المواقع المناسبة للحاويات، يوفر فرصًا لتعزيز المرونة المحلية وقبول هياكل إدارة النفايات الصلبة المقترحة. ويمكن للمشاورات المنظمة مع المواطنين والمجتمع المدني والمؤسسات المحلية والوطنية وممثلي القطاع الخاص أن تُسهم في ذلك من خلال تحديد الاحتياجات والأولويات وتوثيقها.

خلق مساحات للحوار وتبادل المعرفة، بين السلطات المحلية ومؤسّسات إدارة النفايات في مختلف المدن أو المحافظات. تساعد هذه المساحات على تحديد المشكلات المتعلقة بإدارة النفايات وتداعياتها، مما يتيح تبادل الخبرات والاستفادة من التجارب الإيجابية. كما أنها قد تتيح مساحة للنقاش المشترك وتطوير الحلول، مما يعزز التعاون وبناء الثقة على المدى البعيد.

الملحق

حرق أكوام من النفايات في مكب نفايات في حضرموت.
© نزيه محمد، المعهد الأوروبي للسلام

الجدول أ1

الملحق 1 | نطاق التقييم ومنهجيته

تُفرّق الأدبيات عمومًا بين نفايات البناء والهدم والنفايات الطبية والنفايات الإلكترونية ومياه الصرف الصحي والنفايات التجارية والمنزلية والنفايات الصناعية والنفايات الزراعية. ونظرًا لندرة البيانات المتعلقة بتوليد النفايات في اليمن، وغياب فصلها إلى حد كبير، لا يُمكن فصل أنواع النفايات الصلبة المُتناولة في هذا التقييم فصلًا كاملًا وفقًا لهذه الفئات. وفي المقابل، يُركز التقييم على جميع أنواع النفايات الصلبة المُتولّدة من المنازل إلى المستوى الصناعي، باستثناء نفايات البناء والهدم.

تم إجراء هذا التقييم من خلال نهج متعدد الأساليب، يجمع بين مراجعة الأدبيات السابقة وجمع البيانات النوعية، وتحليل الاستشعار عن بُعد، مما يسمح بتثليث مصادر المعلومات. يُقدم **← الجدول أ1** أدناه لمحةً مُفصلةً عن مصادر البيانات المُستخدمة في التحليل الجغرافي المكاني. وقد تم استخدام دراسات حالة مُختارة لتوضيح الأبعاد المُختلفة المُتأثرة بالنفايات الصلبة في مُختلف المناطق الجغرافية، والتي تم تحديدها من خلال حالات النزاعات البيئية التي تم تقديمها إلى المعهد الأوروبي للسلام، والتقارير المحلية والدولية المُتاحة.

الجدول أ1 نظرة عامة على مصادر البيانات والمنهجيّة التي تم تطبيقها في التحليل الجغرافي المكاني

القسم الفرعي	مصدر البيانات	التحليلات والأساليب المُطبّقة
انتشار النفايات الصلبة	Maxar Technologies, Airbus	تحديد مواقع النفايات من خلال التفسير البصري للصور عالية الدقة عن بعد في جوجل ايرث برو Google Earth Pro[122]
	تم الكشف عن مشاهد المدى الأرضي لرادار الفتحة الاصطناعية C-band قاطنلا Sentinel-1 (SAR) (GRD) التي تم جمعها في وضع ممر الحصدة الواسع للتداخل (IW)، و Sentinel-2، الانعكاس السطحي من المستوى 2A، التجميع المنسق[123]	الكشف الآلي[124] عن مواقع النفايات بواسطة مصنف عشوائي للغابات استنادا إلى: نطاقات استقطاب VV S1 وVH - نطاقات بصرية مختلفة 2S أساسا من الكشف عن الشذوذ الحراري، بما في ذلك على أساس درجة حرارة سطح الأرض (TSL): (RIWS، RIN)/ (RIN + RIWS).
تلوث الهواء	صور وبيانات الميثان بواسطة خرائط الكربون Carbon Mapper[125]	خوارزميات الكشف عن الأعمدة وتحليلها من قبل خرائط الكربون استنادا إلى Tanager-1، ومطياف التصوير المرئي/بالأشعة تحت الحمراء المحمول جوا التابع لناسا (AVIRIS-NG)، والمرصد العالي المحمول جوا التابع لجامعة ولاية أريزونا (GAO)، ومستشعر استكشاف مصدر الغبار المعدني لسطح الأرض التابع لناسا (EMIT) على محطة الفضاء الدولية[126]
تلوث المياه	كوبرنيكوس ديم[127]، خريطة التربة الوطنية في اليمن[128]، برنامج جوجل ايرث برو Google Earth Pro (Maxar Technologies، Airbus)، ESA WorldCover 2021،[129] برنامج الأغذية العالمي[130]	تراكم التدفق باستخدام نمذجة اتجاه التدفق المتعدد وتلخيص الغطاء الأرضي المجاور لتدفق النفايات وتفسير بيانات هطول الأمطار
المساحات الخضراء والنّظم البيئية	Maxar Technologies، Airbus	التفسير البصري للتعدي على الموائل من عام 2014 إلى عام 2024 في موقعين لدراسة الحالة
	Sentinel-2، انعكاس السطح من المستوى 2A، تجميع منسق[131]	تقدير صحة الغطاء النباتي في المناطق الخضراء من 2014 إلى 2024 في موقعين لدراسة الحالة استنادا إلى مؤشر الاختلاف النباتي الطبيعي (NDVI): (NIR، RED)/ (NIR + RED)

الوصول إلى البيانات

جمع التحليل معلومات من مختلف المصادر المذكورة أعلاه في قاعدة بيانات لمواقع مكبات النفايات في جميع أنحاء اليمن. مع مراعاة الإشارة المناسبة إلى هذا التقرير، تم إتاحة البيانات علنًا بموجب رخصة Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 License الدولية،[132] ويمكن الوصول إليها على موقع "المسارات البيئية للمصالحة" الإلكتروني من خلال الرابط التالي https://epfryemen.org/data/

الملحق 2 | قائمة السّياسات التي تنظّم إدارة النفايات الصلبة في اليمن

القانون رقم 26 لعام 1995 ("قانون حماية البيئة")	يوفّر تعريفات دقيقة للنفايات والنفايات الخطرة، ويحدد الطرق المسموح بها للتعامل معها ونقلها والتخلص منها. ويحدد القانون الأنشطة الضارّة بالبيئة ـ بما في ذلك التصريف غير القانوني والتعامل غير المصرح به مع المواد السّامة والأضرار التي تلحق بالنظم البيئية المحمية ـ باعتبارها انتهاكات تخضع للمسؤولية المدنيّة والجنائيّة. وتصنف هذه الأفعال باعتبارها جرائم تلوّث وقابلة للتنفيذ من خلال الآليات القضائية والإدارية. ويقدّم القانون أيضا مبدأ "تغريم المُلوّث"، ويفرض إجراء تقييمات للأثر البيئي على المشاريع العالية المخاطر، ويؤكد على دور الدولة في المراقبة والإنفاذ والحماية العامة.
القانون رقم 20 لعام 1999 ("قانون صناديق التنظيف")	إنشاء صندوق النظافة، المكلّف بجمع وإدارة العائدات لتوفير خدمات إدارة الرعاية الاجتماعية على مستوى البلديات من خلال الضرائب المحلية وتحويلات الحكومة المركزية. ويحدد القانون آليّة جمع العائدات المتعلقة بالنفايات، فضلا عن كيفية استخدام هذه العائدات لتطوير وتعزيز خدمات جمع النفايات والحفاظ على نظافة الشوارع والمناطق العامة. ولا يعالج القانون قضايا مثل تنفيذ مشاريع إعادة التدوير والاستثمار في الأصول ذات مصادر الدخل المتنوعة وتخفيف العواقب المترتبة على تغير المناخ، والتصدي بشكل استباقي لمختلف الكوارث الطبيعية والكوارث التي من صنع الإنسان.
القانون رقم 39 لعام 1999 ("قانون التنظيف العام")	ُؤسس إطارا لإدارة النفايات في اليمن، مع إسناد المسؤولية إلى رؤساء الإدارات المحلية للإشراف على عمليات الصرف الصحي. ويتضمن ما يلي: • حظر إلقاء النفايات في الأماكن العامة وخلط المواد الخطرة مع النفايات المنزليّة • متطلّبات التخلص السليم من النفايات وجمعها يوميًا من نقاط محددة • فصل النفايات الطبية/الصناعية عن النفايات العادية • إنشاء مدافن صحية بعيدا عن المناطق المأهولة بالسكان، مع توفير مخصصات لتأجير أجزاء لمشاريع إعادة التدوير ويُعرّف آليات التطبيق بما في ذلك تصعيد العقوبات والتي تتراوح بين 1,000 ريال للمخالفات البسيطة إلى 500,000 ريال والسجن لمخالفات النفايات الكيميائية. يُخول القانون المفتشين بسلطة الشرطة القضائية ويُوجه جميع الغرامات إلى صناديق الصرف الصحي المحلية. ويؤكد القانون على الإدارة اللامركزية مع الحفاظ على المعايير الوطنية، ويتضمن بنودا للتعاقد مع خدمات خاصة لإدارة النفايات وتعزيز الوعي العام من خلال وسائل الإعلام والمؤسسات الدينية.
القانون رقم 4 لعام 2000 ("قانون السلطات المحلية")	أعاد تنظيم الإطار المؤسساتي لتوفير الخدمات المحلية من خلال توزيع السلطة إلى المجالس المحلية والمحافظين. وبموجب هذا القانون، تم نقل المسؤوليات عن خدمات الصرف الصحي والتنظيف من الوزارات المركزية إلى الهيئات المُنتخبة محليًا، حيث تعمل صناديق التنظيف الآن تحت إشراف المحافظين بدلا من وزارة الأشغال العامة والطرق.
المرسوم الرئاسي رقم 101 لعام 2005	أنشأ هيئة حماية البيئة كهيئة وطنية للحوكمة البيئية في اليمن، لتحل محل مجلس حماية البيئة السابق. وتعمل هيئة حماية البيئة تحت إشراف وزارة المياه والبيئة، وهي مكلّفة بمنع التلوث والحفاظ على النظم البيئية والحفاظ على الموارد الطبيعية. وتشمل مسؤولياتها تنفيذ السياسة البيئية، وإجراء تقييمات الأثر وإدارة المناطق المحمية وتنسيق مبادرات المناخ والتوعية. وتلعب وهيئة حماية البيئة دورا مركزيًا في المواءمة بين الجهود البيئية الوطنية والأطر التنظيمية.
القانون رقم 9 لعام 2005	أسس التصديق على اتفاقية روتردام بشأن تطبيق إجراء الموافقة المستنيرة على مواد كيميائية ومبيدات آفات معيّنة خطرة متداولة في التجارة الدولية.
المرسوم الرئاسي رقم 262 لعام 2006	نقل جميع مسؤوليات إدارة النفايات الصلبة من وزارة الأشغال العامة والإسكان إلى وزارة الإدارة المحلية.
الاستراتيجية الوطنية لإدارة النفايات الصلبة (2009-2013)	تحدد الفجوات المهمّة في البنية التحتية مع ضعف تغطية جمع النفايات، لا سيما في المناطق الريفية مقارنة بالمراكز الحضرية. وتؤكد الاستراتيجية على بناء القدرات المؤسساتية وتطوير أنظمة البيانات المتكاملة وتعزيز نهج تحويل النفايات إلى موارد، وخاصة في ضوء النّسبة العالية من النفايات العضوية المناسبة للتسميد أو إعادة التدوير.
خطّة الاستثمار لإدارة الثروة السياديّة (2010-2013)	تدعم الاستراتيجية الوطنية بحوالي 270 مليون دولار أمريكي من الاستثمارات المخطّط لها في قطاع إدارة النفايات الصلبة لتحقيق الإنجازات المحددة. وتهدف الخطة إلى تحسين إدارة النفايات الصلبة من خلال زيادة كفاءة الجمع وتحسين جودة المعالجة وإنشاء أنظمة لجمع البيانات ومراقبتها وتحديث مواقع التصريف القائمة. وقد تم تنفيذ هذه الجهود بالتنسيق مع السلطات المحلية وصناديق النظافة والتحسين تحت إشراف وزارة الشؤون المحلية. وعلى الرغم من التحديات التي فرضها الصراع الذي أعقب الانتفاضة السياسية في عام 1102، فقد تم تنفيذ بعض الاستثمارات الصغيرة في إدارة النفايات والحطام، الأمر الذي أثّر إيجابيا على حياة المواطنين اليمنيين من خلال استعادة الشعور بالحياة الطبيعية وتحسين الظروف المعيشية في الأحياء وتيسير الوصول إلى الأماكن العامة.

الحواشي

1 مكتب تنسيق الشؤون الإنسانية (2025). Yemen. Humanitarian Needs and Response Plan
2 برنامج الأمم المتحدة الإنمائي (2024). A Roadmap to recovery: Addressing poverty in Yemen's ongoing conflict
3 واهلي (2023). Challenges to Yemen's Public Revenues مركز صنعاء للدراسات الاستراتيجية؛ الماوري والعواجي. (2025). تقديم الخدمات المحلية أثناء الحرب: دراسة حالة اليمن. الإدارة العامة والتنمية. DOI: doi.org/10.1002/pad.2097
4 ثامر، علي، والأغبري (2023). Agriculture and Yemen's Economy
5 المعهد الأوروبي للسلام (على وشك الانتهاء منه). تقرير مشاورة المسارات البيئيّة للمصالحة في اليمن 2025.
6 انظر على سبيل المثال قاسم وآخرون (2020). تأثير نفايات مدافن النفايات على بيئة الحشرات وصحة الإنسان، أكتا تروبيكا، 21. DOI: 10.1016/j.actatropica.2020.105630؛ دي وديبناث. (2016). انتشار المخاطر الصحية المرتبطة بالتخلص من النفايات الصلبة - دراسة حالة كولكاتا، الهند، وقائع العلوم البيئية، 35، 201-208. DOI: 10.1016/j.proenv. 2016.07.081؛ إشيتي وهاديس ومنجيستي (2024). دراسة التأثيرات البيئيّة والصحيّة ومشاكل إدارة النّفايات الصّلبة والعوامل المرتبطة بها في مدينة أسيلا، إثيوبيا، هيليون، 10(6). DOI: 10.1016/j.heliyon.2024.e28203
7 منظمة الصحة العالمية EMRO (2024). Yemen reports the highest burden of cholera globally.؛ إدريس والشهري (2025). تحليل رجعي لاتجاه الملاريا في اليمن على مدى ستة عشر عامًا، من عام 2006 إلى عام 2021. DOI: 10.21203/rs.3.rs-5234562/v1؛ الديلمي وآخرون (2022). الإدارة المستدامة للنفايات الصلبة في اليمن: الجوانب والتحديات البيئية والاجتماعية، تحويل الكتلة الحيوية والتكرير الحيوي. DOI: 10.1007/s13399-022-02871-w
8 صديقا وهحلاداكيس والعطية (2022). نظرة عامة على التلوث البيئي والآثار الصحية المرتبطة بمدافن النفايات وإلقاء النفايات في الهواء الطلق، العلوم البيئية وأبحاث التلوث، 29، 58514-58536. DOI: 10.1007/s11356-022-21578-z؛ جابلونسكا تريبوك وآخرون. (2021). السمية المحتملة للمياه المتسربة من مكب النفايات البلدية في ضوء إمكانية انتقالها إلى البيئة من خلال التسرب إلى المياه الجوفية، Environ Geochem Health، 43 (9)، 3683-3698. DOI: 10.1007/s10653-021-00867-5؛ عبد الشافي وآخرون. (2024). المادة المرتشحة في مدافن النفايات: المصادر والطبيعة والتركيب العضوي والمعالجة: نظرة بيئية، مجلة عين شمس الهندسية، 15(1). DOI: 10.1016/j.asej.2023.102293
9 اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ (2022). What is the Triple Planetary Crisis?
10 المعهد الأوروبي للسلام (2024). Environmental Pathways for Reconciliation in Yemen: Consultation Report 2024
11 تم إجراء رسم خرائط النزاعات البيئية من قبل المعهد الأوروبي للسلام بدعم من Pathways for Reconciliation Platform (PfR) تم تحديد 95 نزاعًا حول المياه والنّفايات واستخدام الأراضي والتنوع البيولوجي البحري وغيرها من القضايا البيئيّة في خمس محافظات بفريق مكون من 39 عدادًا خلال شهر ديسمبر/كانون الأول 2023.
12 انظر الملحق 1 للحصول على تفاصيل حول تصنيف النّفايات الصّلبة لأغراض هذا التقييم.
13 البنك الدولي (2020) Yemen Dynamic Needs Assessment: Phase 3 DNA 2020 Update
14 برنامج الأمم المتحدة للبيئة، الاتحاد الأوروبي، أديلفي (2022) Addressing Climate-Related Security Risks: Conflict Sensitivity for Climate Change Adaptation and Sustainable Livelihoods, Guidance Note
15 الجمهورية اليمنية (2009). الاستراتيجية الوطنية لإدارة النّفايات الصّلبة 2009-2013. وزارة الإدارة المحليّة، المديريّة العامّة لإدارة النّفايات الصّلبة، صنعاء.
16 الجمهورية اليمنية (2021). قرار مجلس الوزراء رقم 33. رئاسة مجلس الوزراء، الأمانة العامة.
17 انظر أوكسفام (2025). Yemen faces economic freefall and devastating aid crisis after a decade of conflict
18 انظر منظمة الأغذية والزراعة، الجمهورية اليمنية (2025). Yemen Market & Trade Bulletin
19 يتم دعم إدارة نفايات الرعاية الصحيّة من قبل صندوق التنميّة الاجتماعيّة (FSD)، الذي يتعامل مع القروض والمنح المخصّصة لجمع ومعالجة نفايات الرعاية الصحيّة. ويتم توفير جزء كبير من هذا التمويل من قبل الجّهات المانحة الدوليّة، مثل البنك الدولي، الذي قام بتمويل مرافق معالجة نفايات الرعاية الصحية.
20 برنامج الأمم المتحدة الإنمائي (2015). Yemen Emergency Waste Assessment
21 المرجع نفسه؛ الوكالة الألمانية للتعاون الدولي (2014).
22 المرجع نفسه.
23 البنك الدولي (2017). Yemen - Integrated Urban Services Emergency Project
24 الوكالة الألمانيّة للتعاون الدولي (ن.ي) Regional network for integrated waste management in the MENA region
25 برنامج الأمم المتحدة الإنمائي (2021) Recycle Waste Today for a Better Tomorrow. UNDP Launches First Ever Waste-to-Energy Initiative in Yemen
26 اليونيسف، مجموعة المياه والصرف الصحي والنظافة الصحية (2025). Yemen WASH Cluster, Humanitarian Dashboard (يناير/كانون الثاني، ديسمبر/كانو الاول 2024).
27 مقابلات مع مصادر معلومات رئيسيين التي أجريت في ديسمبر/كانون الأول 2024.
28 موظف في صندوق النظافة والتحسين، حضرموت، ديسمبر/كانون الأول 2024.
29 موظف في صندوق النظافة والتحسين، عدن، ديسمبر/كانون الأول 2024.
30 موظف في صندوق النظافة والتحسين، عدن، ديسمبر/كانون الأول 2024.
31 المهندس محمد العبادي، مدير عام مكتب حماية البيئة بمأرب، ديسمبر/كانون الأول 2024.
32 ممثل عن منظمة مجتمع مدني، تعز، ديسمبر/كانون الأول 2024.
33 البنك الدولي (2024) Yemen, Connecting the Yemeni Private Sector to the World؛ برنامج الأمم المتحدة الإنمائي في اليمن (2023). Amina's Story: An innovator's journey to a safer Yemen
34 موظف في صندوق النظافة والتحسين، عدن، ديسمبر/كانون الأول 2024.
35 الجمهورية اليمنية (2009). الاستراتيجية الوطنية لإدارة النفايات الصلبة 2009-2013. وزارة الإدارة المحلية، المديرية العامة لإدارة النفايات الصلبة، صنعاء.
36 الجمهورية اليمنية (2009). الاستراتيجية الوطنية لإدارة النفايات الصلبة 2009-2013. وزارة الإدارة المحلية، المديرية العامة لإدارة النفايات الصلبة، صنعاء؛ انظر أيضاً برنامج الأمم المتحدة الإنمائي (2015). Emergency Waste Assessment؛ البنك الدولي (2020). Yemen Dynamic Needs Assessment: Phase 3 2020 Update

37 الوكالة الألمانية للتعاون الدولي (2009) 25 Percent of Yemeni recycling plants are insolvent
38 زاوية (2009). 25 Percent of Yemeni recycling plants are insolvent
39 الوكالة الألمانية للتعاون الدولي (2014) Country Report on the Solid Waste Management in Yemen
40 المرجع نفسه.
41 HDX (2025). Yemen: Population Estimates
42 البنك الدولي (ن ي). Rural population (٪ of total population), Yemen, Rep.
43 تم حسابه على أساس متوسط معدّلات توليد النّفايات للفرد (الريفي والحضري) اعتبارًا من عام 2012، وتم تطبيقه على التقديرات السكانيّة لعام 2025، مع الأخذ في الاعتبار التوزيع الحالي لسكّان الرّيف والحضر.
44 برنامج الأمم المتحدة الإنمائي (2015). Emergency Waste Assessment
45 المهندس محمد العبادي، مدير عام مكتب حماية البيئة بمأرب، ديسمبر/كانون الأول 2024.
46 برنامج الأمم المتحدة الإنمائي (2015). Emergency Waste Assessment
47 البنك الدولي (2020). Yemen Dynamic Needs Assessment: Phase 3 2020 Update
48 انظر برنامج الأمم المتحدة للمستوطنات البشرية (بدون تاريخ). Yemen
49 خريطة المركز البيئي (2025). Medical waste crisis in Sana'a, Yemen
50 برنامج الأمم المتحدة الإنمائي (2015). Emergency Waste Assessment مقابلات مع مصادر معلومات رئيسيين تم إجراؤها في ديسمبر/كانو الأول 2024.
51 حلم أخضر، 2022. Yemen: Medical Waste and Related Health Risks
52 برنامج الأمم المتحدة الإنمائي (2015). Emergency Waste Assessment؛ البنك الدولي (2020) Yemen Dynamic Needs Assessment: Phase 3 2020 Update
53 بودور وآخرون. (2024). التأثيرات والمخاطر البيئية للتلوث البلاستيكي (الدقيق) في البيئة الأرضية. علم السموم البيئية والسلامة البيئية، 269. 10.1016/j.ecoenv.2023.115807:DOI؛ وانغ وآخرون (2024). Microplastic diversity increases the abundance of antibiotic resistance genes in soil اتصالات الطبيعة، 15، 9788.
54 موظف في صندوق النظافة التحسين، حضرموت، ديسمبر/كانون الأول 2024.
55 ممثل عن منظمة مجتمع مدني، تعز، ديسمبر/كانون الأول 2024.
56 مقابلات مع مصادر معلومات رئيسيين في محافظات حضرموت وعدن وتعز ومأرب، ديسمبر/كانون الأول 2024.
57 موظف صندوق النظافة والتحسين في حضرموت وممثل عن المجتمع المدني في تعز، ديسمبر/كانون الأول 2024.
58 بشرط الإشارة المناسبة إلى هذا التقرير، فإن قاعدة البيانات الكاملة لمواقع المكبّات المحدّدة متاحة بشكل مفتوح بموجب ترخيص Creative Commons Attribution ShareAlike 4.0الدوليّة ويمكن الوصول إليها على موقع المسارات البيئية للمصالحة على الموقع التالي: https://epfryemen.org/data/
59 برنامج الأمم المتحدة الإنمائي (2015). Emergency Waste Assessment
60 البنك الدولي (2020). Yemen Dynamic Needs Assessment: Phase 3 2020 Update
61 مقابلات مع مصادر معلومات رئيسيين في محافظات حضرموت وعدن وتعز ومأرب، ديسمبر/كانون الأول 2024.
62 موظف في صندوق النظافة والتحسين، عدن، ديسمبر/كانون الأول 2024.
63 المرجع نفسه.
64 ال مهندس محمد العبادي، مدير عام مكتب حماية البيئة بمأرب، ديسمبر/كانون الأول 2024؛ المنظمة الدوليّة للهجرة (2025). Yemen. Displacement Tracking Matrix
65 تحالف المناخ والهواء النظيف (CCAC) وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة (2021). Global Methane Assessment: Benefits and Costs of Mitigating Methane Emissions
66 رصيف22 (2023). Medical waste crisis in Sana'a, Yemen; ecohubmap (2025). Mountains of trash and waste: A hidden danger seeping into the lives of Yemenis
67 مخطط الكربون (2025). Methane plume Feb 2023 and Feb 2025, Sana'a Yemen
68 مخطط الكربون (2025). عمود الميثان فبراير/شباط 2023 وفبراير/شباط 2025، صنعاء، اليمن.
69 تحالف المناخ والهواء النظيف (CCAC) وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة (2021). Global Methane Assessment: Benefits and Costs of Mitigating Methane Emissions
70 وكالة حماية البيئة الأمريكية (2024). Greenhouse Gas Equivalency Calculator انبعاثات مكبات النفايات بالساعة يتم استقراءها إلى مكافئات الانبعاثات السنوية ومعدلات الحجز.
71 برنامج الأمم المتحدة للمستوطنات البشرية (2020). Sana'a City Profile
72 الخراشي والحمامي والعلياني (2023). اختيار موقع مكب النفايات باستخدام تحليل القرار متعدد المعايير، وبيانات الاستشعار عن بعد، وأدوات نظام المعلومات الجغرافية في مدينة نجران، المملكة العربية السعودية، الاستشعار عن بعد، 15(15)، 3754-3754. 10.3390/rs15153754 :DOI
73 الوكالة الألمانية للتعاون الدولي (2014). Country Report on the Solid Waste Management in Yemen
74 انظر جابلونسكا تريبوك وآخرون. (2021). السمية المحتملة للمياه المتسربة من مكبات النفايات البلدية في ضوء إمكانية انتقالها إلى البيئة من خلال التسرب إلى المياه الجوفية. الكيمياء الجيولوجية البيئية والصحة، 43(9)، 3683-3698. 10.1007/s10653-021-00867-5 :DOI; عبد الشافي وآخرون. (2024). المادة المرتشحة في مدافن النفايات: المصادر والطبيعة والتركيب العضوي والمعالجة: نظرة عامة بيئية. مجلة عين شمس الهندسية، 15(1). 10.1016/j.asej.2023.102293 :DOI
75 برنامج الأمم المتحدة الإنمائي (2015). Emergency Waste Assessment
76 هيومن رايتس ووتش (2023). Yemen: Warring Parties Deepen Water Crisis
77 عمر (2025), Struggling Over Every Drop: Yemen's Crisis of Aridity and Political Collapse صعدة
78 تظهر البيانات المستمدة من تلوث المادة المرتشحة والمياه الجوفية من مكب النّفايات بالقرب من إب وجود معادن ثقيلة: الصباحي وآخرون. (2009). خصائص تلوّث المادة المرتشحة والمياه الجوفية في مكب النّفايات الصّلبة البلدي بمدينة إب، اليمن، المجلة الأمريكية للعلوم البيئية، 5(3)، 256-266. https://doi.org/10.3844/ajessp.2009.256.266 تظل المعادن الثقيلة مشكلة حتى بعد تخفيف المادة المرتشحة بشكل كبير بواسطة تيارات أكبر، انظر: Mangimbulude *et al.* (2009). الديناميات الموسمية في الكيمياء المائية المادة المرتشحة والتوهين الطبيعي في مياه الجريان السطحي من مكب النفايات الاستوائية، إدارة النفايات، 29 (2)، 829-838. 10.1016/j.wasman.2008.06.020 :DOI
79 هادلستون (1996). How Soil Properties affect groundwater vulnerability to pesticide contamination
80 يو وآخرون. (2021). تأثيرات هطول الأمطار على حدوث المنتجات الصيدلانية ومنتجات العناية الشخصية في المواد المرتشحة في مدافن النفايات: أدلة من التغيرات الموسمية ونوبات هطول الأمطار الغزيرة، العلوم والتكنولوجيا البيئية، 55 (8)، 4822-4830. 10.1021/acs.est.0c07588 :DOI
81 مجموعة البنك الدولي (2023). Climate Risk Country Profile Yemen
82 مجموعة CCCM، مبادرة REACH، المفوضية السامية للأمم المتحدة لشؤون اللاجئين (2022)، IDP Hosting Sites in Hajjah, May 2022
83 تشير الأبحاث إلى أنه مع زيادة زاوية انحدار مكب النفايات، يرتفع الحجم القابل للاستخدام (40-25٪) عند المنحدرات المنخفضة. انظر تشيهي وفارجا (2023). تعزيز قدرة مدافن النفايات من منظور ميل المنحدر وتنفيذها على عامل الأمان، المؤتمر الدولي التاسع للجيوتقنية البيئية، 28-25 يونيو 2023. 10.53243/ICEG2023-16 :DOI

84 كينغ،فوربس، وأبو غامن (1985). Benchmark Soils of the Yemen Arab Republic تقرير التربة المعياري العالمي رقم 1. أكتوبر 1985.
85 طاهر وآخرون (2012). إدارة المياه الجوفية المحلية في اليمن: البناء على التقاليد وتمكين المجتمعات من صياغة قواعد جديدة، مجلة الهيدروجيولوجيا، 20، 1177-1188. DOI: 10.1007/S10040-012-0863-1
86 رندا العبسي، المنسقة المحلية لبرنامج المعهد الاوربي للسلام في المظفّر.
87 المرجع نفسه
88 المرجع نفسه
89 برنامج الأمم المتحدة للبيئة (2024). Global Waste Management Outlook 2024
90 أبو بكر وآخرون. (2022). آثار الاستدامة البيئية لممارسات إدارة النفايات الصلبة في الجنوب العالمي. المجلة الدولية للبحوث البيئية والصحة العامة، 19(19)، 12717. DOI: 10.3390/ijerph191912717
91 برنامج الأمم المتحدة الإنمائي (2016). Al-Heswa Wetland Protected Area, Yemen سلسلة دراسات الحالة لمبادرة خط الاستواء.
92 يورونيوز (2022) تايافنلا بكم لإ حاجة قصق نم ندع في قوسحلا ةيمحم :دهاش يوتيوب.
93 الوسط (2022). تايافنلا بكم لإ حاجة قصق نم ندع في قوسحلا ةيمحم؛ .(2022) Belqees محمية الحسوة في عدن. من مكان للتنزه إلى مكب: تقرير: .بويتوديسعسم يهاريا https://www.youtube.com/watch?v=xq7XytleZ48
94 محمد هزاع، المنسق المحلي لبرنامج المعهد الاوربي للسلام في قضاء التعزية؛ مقابلة مع ممثل المجتمع المدني في تعز، ديسمبر 2024؛ مقابلة المخبر الرئيسي مع ممثل CCIF في تعز، يونيو/حزيران 2025.
95 محمد هزاع، المنسق المحلي لبرنامج EIP في قضاء التعزية؛ الوهدابي (2024). تعز: مكب النفايات في حدائق الصالح يهدد البيئة ويعرض حياة السكان للخطر؛ المصدر اون لاين (2021). حدائق "الصالح" في وادي الضباب بتعز.. من مُتنزه إلى مكب للنفايات ومصدر للأوبئة; بلقيس (2025). مكبّ الضباب. قنبلة بيئية موقوتة في قلب تعز.
96 هيئة حماية البيئة (2021). مؤشرات جودة المياه لمصادر المياه في منطقة الدباب.
97 مقابلات مع مصادر معلومات رئيسيين مع ممثلي وكالة حماية البيئة وصندوق النظافة والتحسين في تعز، يونيو 2025.
98 انظر المفوضية السامية لحقوق الإنسان وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة وبرنامج الأمم المتحدة الإنمائي (2023). What is the Right to a Healthy Environment? Information Note
99 سيمانجان وآخرون (2022). تحليل عالمي للتفاعلات بين السلام والاستدامة البيئية، إدارة نظام الأرض، 14. DOI: 10.1016/j.esg.2022.100152
100 ثامر، علي والأغبري (2023). Agriculture and Yemen's Economy
101 انظر على سبيل المثال المرشحي (2025). Women's protest in occupied Taiz rallies against collapse of living conditions هودهود؛ مصر ديلي نيوز (2025) Yemeni women protest in Aden condemning the deteriorating economic conditions and power outages
102 المنسق المحلي لبرنامج المعهد الاوروبي للسلام في منطقة حريب، مأرب، ديسمبر 2023.
103 المنسقون المحليون لبرنامج المعهد الاوروبي للسلام في منطقة المنصورة وعدن ومدينة مأرب، ديسمبر/كانون الأول 2023.
104 المعهد الأوروبي للسلام (سيصدر قريبا). المسارات البيئيّة للمصالحة في اليمن: تقرير التشاور 2025.
105 مقابلة مع مصادر معلومات رئيسيين أجريت في المكلّا، حضرموت، مارس/آذار 2024.
106 المنسق المحلي لبرنامج المعهد الأوروبي للسلام في مديرية ذو باب، تعز، ديسمبر/كانون الأول 2023.
107 المنسق المحلي لبرنامج المعهد الأوروبي للسلام في قضاء التعزية، تعز، ديسمبر/كانون الأول 2023.
108 المنسق المحلي لبرنامج المعهد الأوروبي للسلام في منطقة صالح، تعز، ديسمبر/كانون الأول 2023.
109 مناقشة جماعيّة مركّزة أجريت في إب، مارس/آذار 2024.
110 المنسق المحلي لبرنامج المعهد الأوروبي للسلام في قضاء الشمايتين، تعز، ديسمبر / كانون الأول 2023.
111 المنتدى الاقتصادي العالمي (2023). Yemenis Are Recycling Plastic Waste Into Water Pipes
112 مناقشة جماعية مركزة أجريت في إب، مارس/آذار 2024.
113 مناقشة جماعيّة مركّزة أجريت في المكلّا، حضرموت، مارس / آذار 2024.
114 مؤسسة شباب سبأ للتنمية (2024). Towards a Cleaner Future: Sheba Youth Holds Workshop to Develop an Executive Plan for the Sanitation and Improvement Fund
115 برنامج الأمم المتحدة الإنمائي في اليمن (2023). Amina's Story: An innovator's journey to a safer Yemen
116 البنك الدولي (2018). Pathways for Peace. Inclusive Approaches to Preventing Violent Conflict
117 اللجنة الدوليّة للصليب الأحمر (2020) Medical Waste Management
118 منظمة الصّحة العالميّة (2014) Safe management of wastes from health-care activities, 2nd ed.
119 مكتب تنسيق الشؤون الإنسانية للأمم المتحدة/برنامج الأمم المتحدة للبيئة (2013) Disaster Waste Management Guidelines, 2nd ed.
120 مركز وشبكة الأمم المتحدة لتكنولوجيا المناخ (2012) Yemen (2012)
121 برنامج الأمم المتحدة الإنمائي (2022). UNDP Launches Yemen's First Waste-to-Energy Plant
122 نهج مماثل كما هو الحال في PAX (2024). War and Garbage in Gaza
123 كوبرنيكوس ووكالة الفضاء الأوروبية (2024). SentiWiki
124 التصنيف الخاضع للإشراف بدقة إجمالية 89٪، ودقة المستهلك 80٪، ودقة المنتج 69٪، ومؤشر اتفاق كابا 0.67 مما يشير إلى اتفاق جوهري. يمكن الوصول إلى النص على: https://code.earthengine.google.com/be7f66f3ca3e5491528d5c9094a62d66
125 بيانات مخطط الكربون (2024). Dashboard
126 خريطة الكربون (2023). Product Guide: Data Definition & Specification
127 كوبرنيكوس DEM (2023). Copernicus DEM - Global and European Digital Elevation Model, تم استرجاعه من API OpenTopography تم الوصول إليه في: https://portal.opentopography.org/datasetMetadata?otCollectionID=OT.032021.4326.1
128 المشرق (2022) Characterization of Soil and Water Resources in Yemen في: التدهور العالمي لموارد التربة والمياه.
129 زاناجا وآخرون. (2022). V200 2021 M 10 WorldCover ESA. DOI: 10.5281/zenodo.7254221
130 برنامج الأغذية العالمي اليمن (2024). Rainfall Indicators at Subnational Level
131 كوبرنيكوس ووكالة الفضاء الأوروبية (2024). سينتيويكي. يمكن الوصول إلى النص على: https://sentiwiki.copernicus.eu/web/sentiwiki
132 المشاع الإبداعي (CC) CC BY-SA 4.0: Attribution-ShareAlike 4.0 International. يمكن الوصول إلى النص على: https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.en

European Institute of Peace
Rue des Deux Eglises 25
1000 Brussels, Belgium
www.eip.org